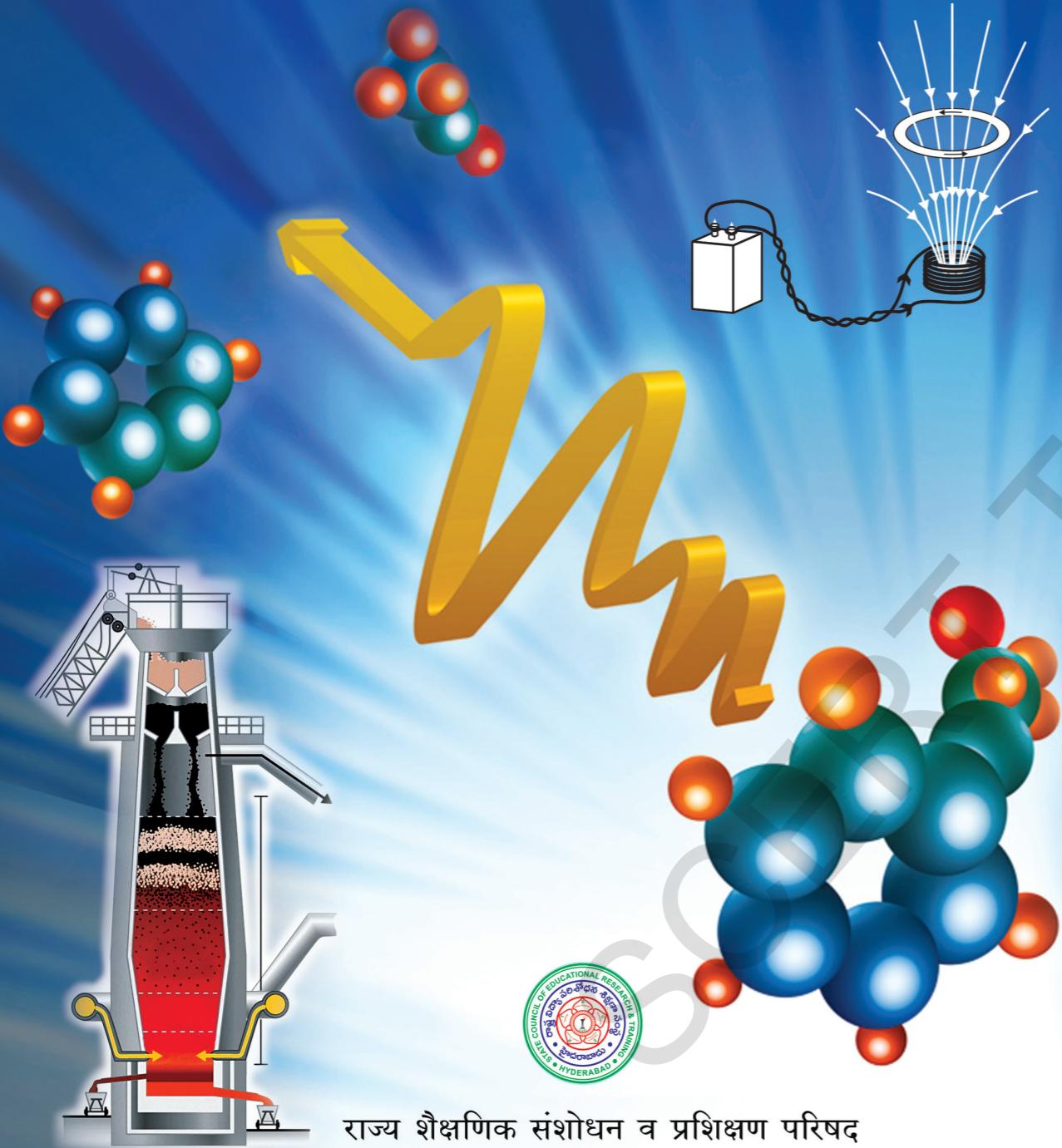


Nothing tends so much to the advancement of knowledge as the application of a new instrument. The native intellectual powers of men in different times are not so much the causes of the different success of their labours, as the peculiar nature of the means and artificial resources in their possession.

..... Sir Humphrey Davy,



तेलंगाना शासनाचे मोफत वितरण

भौतिक शास्त्र

कर्ग 10 वा

FREE

PHYSICAL SCIENCE CLASS 10

(Marathi Medium)



The Modern Periodic Table of the Elements

	Symbol	Atomic Number	Name
	1	1.008	Hydrogen
IA	H	1	Hydrogen
IIA	Be	2	Boron
Na	Mg	3	Magnesium
3	K	4	Calcium
4	Sr	5	Sodium
5	Rb	6	Potassium
6	Cs	7	Rubidium
7	Fr	8	Cesium
ALKALI METALS			
IA	Li	2	Lithium
2	Na	11	Sodium
3	K	19	Potassium
4	Sr	38	Rubidium
5	Rb	57	Cesium
6	Cs	87	Franckium
7	Fr	137	Francium
ALKALI EARTH METALS			
IIA	Be	4	Titanium
III A	Mg	3	Scandium
4	Ca	21	Yttrium
5	Sr	39	Zirconium
6	Rb	40	Hafnium
7	Cs	72	Tantalum
ALKALI EARTH METALS			
VA	VIB	5	Tungsten
VI A	VIIB	6	Rhenium
7	VB	7	Osmium
8	VIB	8	Iridium
9	VII B	9	Dmitrievium
10	VII A	10	Darmstadium
11	IB	11	Moscovium
12	II B	12	Rutherfordium
13	III A	13	Dubnium
14	IV A	14	Bohrium
15	V A	15	Meitnerium
16	VI A	16	Hassium
17	VII A	17	Ununhexium
18	VIIIA	18	Ununseptium
19	He	2	Ununoctium
20	Ne	10	Ununpentium
21	Ar	18	Ununtrium
22	Kr	36	Ununhexium
23	Xe	54	Ununseptium
24	Rn	86	Ununoctium
25	At	85	Ununpentium
26	Po	84	Ununtrium
27	Bi	83	Ununhexium
28	Pb	82	Ununseptium
29	Tl	81	Ununoctium
30	Cu	78	Ununpentium
31	Ga	77	Ununtrium
32	Ge	76	Ununhexium
33	As	75	Ununseptium
34	Se	74	Ununoctium
35	Br	73	Ununpentium
36	Te	72	Ununtrium
37	Sb	71	Ununhexium
38	In	70	Ununseptium
39	Sn	69	Ununoctium
40	Ge	68	Ununpentium
41	Ge	67	Ununtrium
42	Mo	66	Ununhexium
43	Tc	65	Ununseptium
44	Ru	64	Ununoctium
45	Rh	63	Ununpentium
46	Pd	62	Ununtrium
47	Ag	61	Ununhexium
48	Cd	60	Ununseptium
49	Co	59	Ununoctium
50	Mn	58	Ununpentium
51	Fe	57	Ununtrium
52	Cr	56	Ununhexium
53	Sc	55	Ununseptium
54	Ti	54	Ununoctium
55	B	53	Ununpentium
56	Al	52	Ununtrium
57	Si	51	Ununhexium
58	B	50	Ununseptium
59	Si	49	Ununoctium
60	Al	48	Ununpentium
61	Si	47	Ununtrium
62	Al	46	Ununhexium
63	Si	45	Ununseptium
64	Sc	44	Ununoctium
65	Ti	43	Ununpentium
66	Sc	42	Ununtrium
67	Ti	41	Ununhexium
68	Sc	40	Ununseptium
69	Ti	39	Ununoctium
70	Sc	38	Ununpentium
71	Ti	37	Ununtrium
72	Sc	36	Ununhexium
73	Ti	35	Ununseptium
74	Sc	34	Ununoctium
75	Ti	33	Ununpentium
76	Sc	32	Ununtrium
77	Ti	31	Ununhexium
78	Sc	30	Ununseptium
79	Ti	29	Ununoctium
80	Sc	28	Ununpentium
81	Ti	27	Ununtrium
82	Sc	26	Ununhexium
83	Ti	25	Ununseptium
84	Sc	24	Ununoctium
85	Ti	23	Ununpentium
86	Sc	22	Ununtrium
87	Ti	21	Ununhexium
88	Sc	20	Ununseptium
89	Ti	19	Ununoctium
90	Ti	18	Ununpentium
91	Ti	17	Ununtrium
92	Ti	16	Ununhexium
93	Ti	15	Ununseptium
94	Ti	14	Ununoctium
95	Ti	13	Ununpentium
96	Ti	12	Ununtrium
97	Ti	11	Ununhexium
98	Ti	10	Ununseptium
99	Ti	9	Ununoctium
100	Ti	8	Ununpentium
101	Ti	7	Ununtrium
102	Ti	6	Ununhexium
103	Ti	5	Ununseptium
104	Ti	4	Ununoctium
105	Ti	3	Ununpentium
106	Ti	2	Ununtrium
107	Ti	1	Ununhexium
108	Ti	0	Ununseptium
109	Ti	-1	Ununoctium
110	Ti	-2	Ununpentium
111	Ti	-3	Ununtrium
112	Ti	-4	Ununhexium
113	Ti	-5	Ununseptium
114	Ti	-6	Ununoctium
115	Ti	-7	Ununpentium
116	Ti	-8	Ununtrium
117	Ti	-9	Ununhexium
118	Ti	-10	Ununseptium
119	Ti	-11	Ununoctium
120	Ti	-12	Ununpentium
121	Ti	-13	Ununtrium
122	Ti	-14	Ununhexium
123	Ti	-15	Ununseptium
124	Ti	-16	Ununoctium
125	Ti	-17	Ununpentium
126	Ti	-18	Ununtrium
127	Ti	-19	Ununhexium
128	Ti	-20	Ununseptium
129	Ti	-21	Ununoctium
130	Ti	-22	Ununpentium
131	Ti	-23	Ununtrium
132	Ti	-24	Ununhexium
133	Ti		

भौतिक शास्त्र

वर्ग 10 वा

Physical Science Class- X (Marathi Medium)

ले ख क

डॉ. कमल महेद्रा, प्राध्यापक

विद्या भवन एज्युकेशनल रिसोर्स सेंटर,

उदयपुर, राजस्थान

डॉ. एम. आदिनारायणा

निवृत्त., रसायनशास्त्राचे प्राध्यापाक

उस्मानिया विद्यापिठ, हैद्राबाद

डॉ. बी.कृष्णराजुलु नायुडु

निवृत्त., भौतिकशास्त्राचे प्राध्यापाक

उस्मानिया विद्यापिठ, हैद्राबाद

डॉ. एम. सालाग्राम

निवृत्त., भौतिकशास्त्राचे प्राध्यापाक

उस्मानिया विद्यापिठ, हैद्राबाद

डॉ. के. व्यंकटेश्वरराव

निवृत्त., रसायनशास्त्राचे प्राध्यापाक

उस्मानिया विद्यापिठ, हैद्राबाद

डॉ. सी.व्ही.सर्वेश्वरा शर्मा

निवृत्त., भौतिकशास्त्राचे वाचक

अमलापुरम

डॉ. एन. उपेंद्र रेही,

प्राध्यापक आणि मुख्य सी&टि विभाग

रा.पा.पु.सं.के., तेलंगाना, हैद्राबाद

शैक्षणिक संस्थागार

श्रीमती. प्रिती मिश्रा

विद्या भवन एज्युकेशनल रिसोर्स सेंटर,

उदयपुर, राजस्थान

समन्वयक

श्री.एम. रामानन्द, अध्यापक

Govt. IASE, मसाबट्टक,

हैद्राबाद

डॉ.टिवीएस. रमेश

समन्वयक सी&टि विभाग

रा.पा.पु.सं.के. तेलंगाना हैद्राबाद



तेलंगाना शासनाब्दारे प्रकाशित, हैद्राबाद

कायद्याचा आदर करा

हक्क मिळवा

शैक्षणिक उन्नती साधा

प्रेमाने वागा



© Government of Telangana, Hyderabad.

*First Published 2014
New Impressions 2015, 2016, 2017, 2018, 2019*

All rights reserved.

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means without the prior permission in writing of the publisher, nor be otherwise circulated in any form of binding or cover other than that in which it is published and without a similar condition including this condition being imposed on the subsequent purchaser.

The copy right holder of this book is the Director of School Education, Hyderabad, Telangana.

We have used some photographs which are under creative common licence. They are acknowledged at the end of the book.

This Book has been printed on 70 G.S.M. Maplitho,
Title Page 200 G.S.M. White Art Card

तेलंगाना शासनाब्दारे मोफत वितरण 2019-20

Printed in India
at the Telangana Govt. Text Book Press,
Mint Compound, Hyderabad,
Telangana.

पाठ्यपुस्तक विकास समिती

श्री. जी.गोपाल रेही, संचालक
रा.पा.पु.सं.कै. आंध्र प्रदेश, हैदराबाद

श्री. बी. सुधाकर, संचालक
शासकीय पाठ्यपुस्तक मुद्रणालय
आंध्र प्रदेश, हैदराबाद

डॉ. एन. उपेंद्र रेही,
प्राध्यापक आणि मुख्य सी& टि विभाग
रा.पा.पु.सं.कै., आंध्र प्रदेश, हैदराबाद

लेखक

श्री.एम. रामाब्रह्मन, अध्यापक
Govt. IASE,मसाबट्टैक, हैदराबाद

श्री. एस.यु. शिवाराम प्रसाद, एस.ए
जीबीएचएस, सुलतान बाजार, हैदराबाद

श्री.आर. आनंद कुमार, एस.ए
झेडपीएचएस गवरावरम, विशाखापटनम

श्री. के.व्हि. के. श्रीकांत, एस.ए
GTTWAHS एस.एल. पुरम, श्रीकाकुलम

श्री.एस.नौशद अली एस.ए
झेडपीएचएस जी.डी.नेल्लोरे, चित्तुर

श्री. एम. ईश्वरा राव, एस.ए
GHS सोमपेट, श्रीकाकुलम

श्री.एस.ब्रह्मानंदा रेही, एस.ए
झेडपीएचएस इमादीचेरु, प्रकाशम

श्री. के. गगन कुमार, एस.ए
झेडपीएचएस मिर्जापुर, निजामाबाद

श्री.वी. एकांबरेश्वर राव एस.ए
झेडपीएचएस लिंगारावपालेम, गुंटूर

श्री. के. सुरेश, एस.ए
झेडपीएचएस पासरागोडा, वारंगल

श्री.बाय. व्यंकट रेही, एस.ए
झेडपीएचएस चौवेम्ला, नलगोडा

श्री.मधुसुधन रेही दांडाला एस.ए
झेडपीएचएस मुनगाल, नलगोडा

पृष्ठपान, ग्राफीक्स आणि डीज़ाइन

श्री. के.सुधाकरा चारी, एस.जी.टी.
युपीएस, निलीकृती, वरंगल

श्री.किशन तोटाजु, ग्राफीक्स डिज़ाइन
सी& टि विभाग रा.पा.पु.सं.कै.,हैदराबाद

श्री. कुरा सुरेश बाबू, B.Tech, MA., MPhil.
मना मिडीया ग्राफिक्स, हैदराबाद

श्री. एम.डी. अय्युब अहमद,एस.ए
झेडपीएचएस (उर्दु) आत्मकुर, महबूबनगर

मराठी अनुवादक

श्री जिलानी बाशा, प्राचार्य
शासकीय आध्यापक विद्यालय, आदिलाबाद
श्री. प्रशांत बाबाराव भोयर, एस.ए.
Govt. Gaz.H.S.No.1 आदिलाबाद

श्री के. किरणकुमार (ईएलटीसी)
शासकीय आध्यापक विद्यालय, आदिलाबाद
श्री नागेश चनमनवार, एस.ए.
ZPHS, इंद्रवेल्ली, जिल्हा आदिलाबाद

श्री. राजेश दानका (D.T.P Operator)
(आदित्या डि.टी.पी.सेंटर आदिलाबाद)

प्रस्तावना ...

शालेय शिक्षणातील 10 वर्ग हा फार महत्वाचा, विद्यार्थ्यांच्या जिवनाला मोड देणारा आहे असे आपण मानतो. राष्ट्रीय शिक्षण प्रणाली, राज्य शिक्षण प्रणाली यांनी शिक्षणाच्या हक्काचा कायदा लक्षात घेऊन पाठ्यपुस्तक विकसीत करून हे दहावीचे पुस्तक तुमच्या हातात ठेवले आहे. आतार्यंत शैक्षणिक प्रसंगातुन शिकलेल्या कल्पनांची, भावनाची समीक्षा करीत त्यांच्या पाठशाला स्थरावरील ज्ञानांची पुर्ती माहिती मिळविण्यासाठी हे पुस्तक फार उपयोगी पडते. या प्रमाणे दहाव्या वर्गानंतर स्पर्धापरिक्षा, इंटरमिडीयट मध्ये अनुसंधान साधण्यासाठी सुध्दा या पुस्तकातील पाठ्यांशाच्या रूपकल्पना करण्यात आली आहे.

निरंतर समग्र मुल्यमापनाची (CCE) शालेय शिक्षणात अमंलबजावणी होत असल्यामुळे पाठ्यांश शिकवित असतांना विद्यार्थी शिकण्याचा अंदाज करता येण्यासारखे या पुस्तकात शिकविणे. शिकणे या प्रक्रियेची रूपकल्पना करण्यात आली. हे या पुस्तकाचे वैशिष्ट्य आहे. केवळ कोणत्याही गोष्टीची माहिती मिळविणेच नाही तर शास्त्रीय पद्धतीने विज्ञान शास्त्राचे अध्ययन करण्यासाठी नविन पाठ्य पुस्तक हे किती तरी उपयोगी ठरते. दहाव्या वर्गाला बोर्डची परिक्षा असल्यामुळे दिलेल्या ठराविक काळातच पाठ्यक्रम पुर्ण करणे आवश्यक असते. परंतु पाठ्यक्रम पुर्ण करणे म्हणजे भावनाविषयी माहिती मिळविण्याचे सामर्थ्य साध्य करण्याचा प्रयत्न होय, हे मात्र विसरता कामा नये. पाठ्यांशाचे वाचन करणे, चर्चा करणे, विश्लेषण करणे, प्रयोगशाळेतील प्रयोग करणे, क्षेत्रपर्यटन, निवेदीकाची सकल्पना करणे वगैरे अध्यापन अध्यायनाच्या सर्व प्रक्रियेची अमंलबजावणी व्हायला पाहिजे. मार्गदर्शिका (गाईड) प्रश्नसंचाचा वापर करू नये. उत्तराची घोकंपटी, लघुतोरी पुस्तके यावर निषेध करण्यास हवा.

नविन पाठ्यपुस्तके हे ऐच्छिक शैक्षणिक प्रमाण साध्य करण्याच्या दृष्टीने तयार करण्यात आले. शैक्षणिक सत्र पुर्ण होई पर्यंत मुलांमध्ये शैक्षणिक प्रमाण वाढविण्याच्या दृष्टीने अध्यापनाची व्युहरचना शिकाकांनी करायला पाहिजे. निरंतर समग्र मुल्यांकण (सीसीई) समर्थपणे अमंलबजावणी करण्यासाठी घोकंपटी पद्धती सोडुन अध्यापन करायले पाहिजे. विद्यार्थ्यांच्या प्रगतीचे निर्माणात्मक आणि संग्रहनात्मक मुल्यांकण करण्यासाठी आवश्यक पद्धतीची शिकाकांना माहित असणे आवश्यक असते.

नविन पाठ्यपुस्तके हे आवश्यक विषयाची माहिती पुरविणेच नसुन अध्ययन पद्धती, मुल्यकणांच्या पद्धतीची छाप पडणे शिकाकांसाठी आणि विद्यार्थ्यांसाठी कितीतरी उपयोगी पडते. वर्गात विज्ञान अशा प्रकारे शिकवायला पाहिजे की, ते मुलांना विचार करण्यासाठी आणि वैज्ञानिक काम करण्यासाठी उत्तेजित करायला पाहिजे. ते निसर्ग संबंधी प्रेम वाढविण्यासाठी सुध्दा असावे. फक्त नविन गोष्टींना प्रकट करणे म्हणजे वैज्ञानिक पणे शिकणे नव्हे. परस्परावलंबी



आणि परस्परासंबंधी मध्ये अडथडा न करता निसर्गाच्या महत्वाच्या नियमा सोबत पुढचे पाऊल टाकणे आवश्यक आहे. जगात सभोवती होत असलेल्या बदलाची लक्षणे आणि निसर्गाच्या आकलन करण्याची क्षमता उच्च माध्यमिक शाळेच्या मुलामध्ये असते. त्यांच्या मध्ये कल्पनेचे पृथकरण करण्याची क्षमता असते. फक्त समिरकणे आणि तात्वीक दृष्टीने नियमांची शुष्कपद्धतीने शिकविण्याने आपण त्यांच्या हुशार विचारांची या पातळीवर आपण तहान भागवु शकत नाही. यासाठी वैज्ञानिक ज्ञान समस्या सोडविण्यामध्ये पर्यायी विकल्पांचा शोध आणि नविन संबंध स्थापनाचा संधीचा उपयोग करण्यासंबंधी शिकविण्यासाठी आपण वर्गाचे वातावरण तसे तयार करायला पाहिजे.

वर्गात चार भिंतीच्या आत कोंडुन शास्त्रोक्त शिक्षण होत नाही त्याचा प्रयोगशाळा आणि क्षेत्राशी निश्चीत संबंध असते. म्हणुन विज्ञान अध्यापनात क्षेत्र अनुभाव / प्रयोगाला खुप महत्व आहे. राष्ट्रीय पाठ्यक्रम फ्रेमवर्क - 2005 च्या सुचनाना आवश्यक आमलात आणण्याची मोठी गरज आहे. कारण त्यामध्ये स्थानिक वातारणाशी विज्ञान शिकविण्या सोबत जोड लावण्याचा जोर दिलेला आहे. शिक्षणाच्या हक्काचा कायदा - 2009 सुध्दा असा सल्ला दिला की, मुलांमध्ये शिकण्याचे सामर्थ्य हस्तगत करण्याची प्राधान्य द्यावे. त्याच प्रमाणे शास्त्रोक्त विचाराने नविन पिठी सुधारण्यासाठी मदत होईल असे विज्ञानांचे शिकवण असणे आवश्यक आहे. शास्त्राज्ञांची विचार करण्याची प्रक्रिया आणि त्यानी लावलेल्या प्रत्येक शोधा मगाच्या प्रयत्नांची माहिती करणे हे विज्ञान शिकवण्यात एक महत्वाचा मुद्दा आहे. राज्य पाठ्यक्रम फ्रेमवर्क - 2011 ने सांगीतले की, मुल स्वतःचे उपाय आणि वेगवेगळ्या मुद्दायावर स्वतःचे अभिप्राय स्पष्ट करण्यासाठी समर्थ बनावे. SCF च्या प्रमाणानां मिळविण्यासाठी हे विज्ञान पाठ्यपूस्तक तयार करण्यात आले आणि अशा प्रकारे शास्त्रोक्त पहा मध्ये अतिशय विचाराने आत्मविश्वासने संशोधन करण्यासाठी मुलांना मदत होते.

नविन पाठ्यपूस्तक तयार करण्यासाठी सहकार्य केलेल्या विद्याभवन संस्था, राजस्थानचे लेखक, ज्यानी धडे तयार केले, संपादक ज्यांनी सर्व लिखाण तपासुण पाहिले, डी.टी.पी. चमु सुंदर टाईप जुळवित पाठ्यपूस्तक तयार केले. या सर्वचे आम्ही आभारी आहोत. या पुस्तकात पुन्हा काही सुधारणा करण्यासाठी शिक्षण तत्ववेत्ता, शिक्षक, पालक, विद्यार्थी यांच्या कडुन कोणत्याही सुचना आल्यास आम्ही त्या सुचनांचा स्वीकार करू.

पाठ्यपूस्तकाचा मुलांना बहुवाचक वापर करण्यामागे शिक्षकांची फार मोठी महत्वाची भुमिका असते. आम्हाला आशा आहे की, शिक्षक जरुन त्यांचे सुंसंगत प्रयत्न करून पाठ्यपूस्तकाचा योग्य वापर करतील जेणे करून मुलांच्या मनावर शास्त्रीय विचार बिंबवतील आणि मुलांमध्ये शास्त्रीय दृष्टीकोन वाढविण्यात प्रोत्साहक बनतिल.

संचालक

रा.पा.पु.सं.कै.

तेलंगाना हैद्राबाद

प्रिय शिक्षकांनो.....

मुलांच्या विचारांचे सामर्थ्य आणि संशोधनात उत्साह वाढविण्यासाठी हा नविन पाठ्यपुस्तक तयार करण्यात आला. मुलांमध्ये शिकण्याची आवड निर्माण करण्यासाठी शिक्षकांनी चांगल्या अध्यायाचा अध्यापन साधन वापरावे हे त्यांचे पहिले कर्तव्य आहे. विज्ञान अध्यापनात मुलात बदल घडवुन आणेया महत्वाकांक्षाचे राष्ट्रीय आणि राष्ट्र पाठ्यक्रम मांडणी आणि शिक्षणाच्या हक्काचा कायद्याचे अधिकृत लेख आहेत. त्या महत्वकांक्षा नुसार हे पाठ्यपुस्तक तयार करण्यात आलेले आहे. तर शिक्षकांनी त्यांच्या अध्यापनामध्ये नविन पद्धती वापरण्याची गरज आहे. या दृष्टीकोनावरून आपण निश्चित काय करावे आणि काय करु नये ते पाहु या.

- 10 वर्ग म्हणजेच विद्यार्थ्यांना परिक्षेसाठी तयार करणे हे प्रथम कर्तव्य समजुन अध्यापन करण्याच्या पद्धतीचा न्हास करायला पाहिजे. 10 व्या वर्गात विद्यार्थ्यांना गुण प्राप्त करण्याच्या स्पर्धे पेक्षा त्यांच्यात शैक्षणिक प्रामाण वाढविण्याच्या दृष्टीने अध्यापन करायला पाहिजे.
- पाठ्यपुस्तकात सुरुवातीला मुलां सोबत चर्चा करण्याची आवश्यकता काही मुलां कडुन उत्तरे काढावित जरी ते चुक असो की बरोबर असो. आणि शेवटला कल्पना स्पष्ट करण्याचा प्रयत्न करावा.
- धडा शिकवायच्या अगोदर त्या धड्याचे संपुर्ण वाचन करावे आणि मुलांना सुध्दा वाचण्यास सांगावे. आणि नंतर धड्यातील भावना, कल्पना मुलांना समजविण्यासाठी चर्चाव्दारे सुरुवात करावी.
- पाठ्यपुस्तकातील कल्पना दोन पद्धतीचे आहे. पहिले वर्गात शिकवायचे आणि दुसरे प्रयोग शाळेत करायचे.
- प्रयोग शाळेतील कृती पाठात विभागुन आहेत. म्हणुन शिक्षकांनी त्या कृती वेगळे न घेता धडा चालु असतांना घ्यावे.
- पुस्तकांत काही विशेष कृती डब्ब्यात दिलेली आहेत. जसे विचार करा आणि चर्चा करा, चला करूया, मूलाखती घेणे, अभिप्राय तयार करणे, वॉल मॅगझिन वर प्रदर्शित करणे, रंगभुमीच्या दिवशी भाग घेणे, क्षेत्र निरिक्षण करा, विशेष दिवसाची व्यवस्था हे सर्व आवश्य करा.
- तुमच्या शिक्षकांना विचारा माहिती ग्रंथालयातुन किंवा इंटरनेटातुन गोळा करा. अशा कृती सुध्दा आवश्यक म्हणुन ग्रहीत धरा.
- जर या पुस्तकात दुसऱ्या एखाद्या विषयाची कल्पना आढळली तर त्या संबंधीत विषय शिक्षकांना ते शिकविण्यासाठी वर्गात आंमत्रण द्या.
- संबंधीत वेबसाइट पल्याची माहिती गोळा करा आणि ते मुलांना द्या. ज्यामुळे मुल विज्ञान शिकण्यासाठी इंटरनेट सेवेचा उपयोग करतील.
- शाळेच्या ग्रंथालयात विज्ञान पुस्तके आणि विज्ञान मॅगझीन ठेवा.
- उत्तेजित चर्चा आणि बुद्धी नियोजना सारखा कृतीच्या मदतीने मुल स्वतंत्रपणे शिकण्यासाठी आणि समजुन घेण्यासाठी प्रत्येकाला उत्तेजित करा आणि धड्याची सुरुवात करण्याअगोदर तो शिकण्यासाठी मुलांना प्रवृत्त करा.
- अभ्यासात सुधारणा करूया, या भागात प्रत्येक प्रश्नांच्या शेवटी (AS) असे संक्षिप्त आहे याचा अर्थ म्हणजे शैक्षणिक प्रमाण होय.
- विज्ञान क्लब, निंबध स्पर्धा, चित्र काढणे, विज्ञाना वर कविता, प्रारूप तयारी इत्यादींची सजिवसृष्टी संतुलना इत्यादी विषयी सकारात्मक विचार वाढतात.
- वर्गात, प्रयोग शाळेत आणि क्षेत्रामध्ये वेगवेगळ्या कृती करतांना अध्ययन सामर्थ्याचे निरिक्षण करून नोंद करा. हे निरंतर समग्र मुल्यांकनाचा एक भाग आहे.

आमचा विश्वास आहे की, आता तुमच्या लक्षात आले असेलच की, विज्ञान आणि शास्त्रीय विचार शिकणे म्हणजे फक्त धडा मजबूत शिकविणेच नव्हे तर मुलांमध्ये उद्भवित झालेल्या प्रश्नांचे समाधान शोधण्यास सत्य, मौल्यवान कसरत (अभ्यास) प्रवृत्ती निर्माण होऊन जिवनात येणाऱ्या सर्व कठिण परिस्थितीशी सामना करण्याची जबाबदारी कार्य करण्याची शक्ती त्याच्यात निर्माण झाली पाहिजे.

प्रिय विद्यार्थ्यांनो....

विषयात चांगले गुण मिळविणे म्हणजे विज्ञान शिकणे नव्हे. तर्किक विचार करणे आणि व्यवस्थीत पणे काम करणे हे सामर्थ्य हस्तगत करून दररोजच्या जिवणात त्याचा वापर करावे. हे मिळविण्यासाठी लिहिलेल्या वैज्ञानिक व्याख्या पाठ करण्यापेक्षा त्यांचा पृथक्करण पद्दतीने अभ्यास करावा. याचा अर्थ वैज्ञानिक कल्पना समजण्याच्या क्रमामध्ये तुम्हाला चर्चा करणे, वर्णण करणे, पडताळा करण्यासाठी प्रयोग करणे, निरिक्षण करणे, स्वतःच्या उपयांची पृष्ठी करून घेणे, निष्कर्ष काढण्याची गरज आहे. त्या पद्दतीने शिकण्यासाठी तुम्हाला हे पुस्तक मदत करेल.

हे मिळविण्यासाठी तुम्हाला काय करण्याची आवश्यकता आहे.

- 10 व्या वर्गात कल्पनांची, भावनांची परिधी ही विस्तृत असते. शिक्षक धडा शिकण्यासाठी अगोदर एकदा धडा पुर्ण वाचुन घ्या.
- धडा चांगला समजण्यासाठी त्या पुर्ण धड्यातील महत्वाचा अंशाची नोंद करा.
- धड्यातील नियंत्रांचा विचार करा. धडा खोलपर्यंत समजण्यासाठी त्यातील कल्पनांची ओळख करणे आवश्यक आहे.
- विचार करा आणि चर्चा करा या अंशात दिलेल्या प्रश्नाविषयी तुमच्या मित्र आणि शिक्षकांसोबत चर्चा करतांना डगमगु नका.
- धड्यातील प्रयोग करतांना किंवा चर्चा करतांना तुम्हाला काही शंका येतील त्यांना स्पष्ट पणे आणि मोकळ्या पणाने व्यक्त करा.
- कल्पना स्पष्टपणे समजण्यासाठी प्रयोगाच्या तासांची योजना करून आमलात आणा. प्रयोगाव्दारे शिकण्यासाठी तुम्हाला बरेचश्या गोष्टी माहित असायला पाहिजे.
- प्रत्येक धड्याला दैनंदिन जिवनाच्या संदर्भाशी सांगड घाला.
- तुमच्या स्वतःच्या कल्पनाच्या आधारावर विकल्प माहित करा.
- निसर्गाच्या जतनात प्रत्येक धड्यात मदत कशी होत आहे याचे निरिक्षण करा.
- मुलाखतीत आणि क्षेत्र पर्यटनात गटात काम करा. अभिप्राय तयार करा आणि त्यांना प्रदर्शित करा.
- वर्हीत किंवा परिक्षेत लिहित असतांना तुमच्या स्वतःचे अभिप्राय पृथक्करणाचे स्पष्ट करा.
- जेवढे शक्य होईल तेवढे तुमच्या पाठ्यपुस्तकाच्या संबंधीत पुस्तके वाचा.
- तुम्ही स्वतःतुमच्या शाळेत विज्ञान क्लब कार्यक्रमाचे नियोजन करा.
- तुमच्या वस्तीतील लोकांना येणाऱ्या समस्यांचे निरिक्षण करा. त्या समस्या सोडविण्यासाठी तुम्ही वर्गात शिकलेल्या विज्ञान व्दारे त्यांना काय सल्ला देऊ शकाल.
- तुम्ही वर्गात शिकलेल्या विज्ञानाच्या गोष्टी शेतकरी, कलाकार सोबत चर्चा करा.

शैक्षणिक प्रमाण

क्र.सं.	शैक्षणिक प्रमाण	स्पष्टीकरण
1.	कल्पनेचे आकलन होणे	पाठ्यपुस्तकात दिलेल्या कल्पनेच्या प्रक्रियाची स्पष्टकरण्याची करणे देण्याची आणि तुलना आणि फरक, पुरावे सहीत उदाहरणे स्पष्ट करण्याची पात्रता मुलांमध्ये यावी स्वतःचे बुद्धी नियोजन वाढ करण्यासाठी मुल समर्थ व्हावे.
2.	प्रश्न विचारणे आणि अनुमान करणे.	चर्चेत भाग घेण्यासाठी, कल्पना स्पष्ट करण्यासाठी माहित करण्यासाठी मुल प्रश्न विचारण्यासाठी समर्थ व्हावे. दिलेल्या मुद्यावर अनुमान करण्याची योग्यता त्यांच्या मध्ये यावी.
3.	प्रयोग आणि क्षेत्राची काळजीपुर्वक तापस	पाठ्यपुस्तकात दिलेल्या कल्पना माहित करण्यासाठी मुल स्वतःने प्रयोग करण्यासाठी समर्थ बनावे. क्षेत्राच्या तपासणी मध्ये भाग घेऊन त्यावर अभिप्राय तयार करण्यासाठी समर्थ बनावे.
4.	वृत्तान्त कौशल्य आणि प्रकल्प	माहिती गोळा करण्याची (मुलायाती, इंटरनेट इत्यादीने) आणि व्यवस्थीत पणे पृथकरण करण्याची कार्यक्षमता मुलांमध्ये यावी ते स्वतःप्रकल्प कार्य करण्याची क्षमता त्यांच्या मध्ये यावी.
5.	चित्राणे संदेश, प्ररूप तयारी	त्यांना आकलन झालेल्या माहितीची चित्र काढुन स्पष्ट करण्याची आणि प्रारूप तयारीची क्षमता मुलांमध्ये यावी. दिलेल्या माहितीचा वापर करून किंवा माहिती गोळा करून आलेख काढण्यासाठी ते समर्थ बनायला पाहिजे.
6.	प्रशंसा करणे आणि सौंदर्य संबंधी ज्ञान उपयुक्तता	निसर्ग आणि मानवशक्तीची प्रशंसा करण्याची आणि निसर्ग संबंधी सौंदर्याचा ज्ञाना योग्य मुल बनावे. राज्यघटनेची उपयुक्तता पाठ्यासाठी ते समर्थ व्हावे.
7.	दैनंदिन जिवनात उपयोजन, जैविक भिन्नते काळजी असणे	दैनंदिन जिवनाती संदर्भाना तोंड देण्यासाठी वैज्ञानिक कल्पनांचा वापर करण्याची क्षमता मुलांमध्ये यावी. जैविक भिन्नते संबंधी काळजी दाखविण्यासाठी ते लायक बनावे.

विषय सूची

		तास	महिना	पान क्र.
1	वक्र पृष्ठभागावर प्रकाशाचे परावर्तन	6	जुन	1-19
2	रासायनिक समीकरणे	5	जुन	20-32
3	आम्ले, आम्लारी आणि क्षार	9	जुलै	33-56
4	वक्रपृष्ठभागावर प्रकाशाचे अपवर्तन	9	जुलै	57-80
5	मानवी डोळा आणि रंगीत विश्व	10	ऑगस्ट	81-105
6	अणुची संरचना	7	ऑगस्ट/सप्टेंबर	106-121
7	मुलद्रव्याचे वर्गीकरण - आवर्त सारणी	10	सप्टेंबर	122-149
8	रासायनिक बंध	12	ऑक्टोबर	150-175
9	विद्युत धारा	10	ऑक्टो/नोव्हें	176-207
10	विद्युत चुंबकत्व	14	नोव्हेंबर	208-236
11	धातु विज्ञानाचे नियम	7	डिसेंबर	237-252
12	कार्बन आणि त्याची संयुगे	15	डिसें-जाने	253-293

आपले राष्ट्रीय गीत

- रविंद्रनाथ टागोर

जन गण मन अधिनायक जय हे
भारत भाग्य विधाता ।
पंजाब, सिंध, गुजरात, मराठा
द्राविड उत्कल बंग ॥
विध्य हिमाचल यमुना, गंगा
उच्छ्वल जलधितरंग ।
तव शुभ नामे जागे ।
तव शुभ आशिष मागे ।
गाहे तव जय गाथा
जन गण मंगलदायक जय हे
भारत भाग्य विधाता ।
जय हे, जय हे, जय हे
जय जय जय जय हे ।

प्रतिज्ञा

- पैडिमर्ऱी व्यंकटा सुब्बारावु

भारत माझा देश आहे. सारे भारतीय माझे बांधव आहेत. माझ्या देशावर माझे प्रेम आहे. माझ्या देशातल्या समृद्ध आणि विविधतेने नटलेल्या परंपरांचा मला अभिमान आहे. त्या परंपरांचा पाईक होण्याची पात्रता माझ्या अंगी यावी, म्हणून मी सदैव प्रयत्न करीन. मी माझ्या पालकांचा, गुरुजनांचा आणि वडीलधान्या माणसांचा मान ठेवीन आणि प्रत्येकाशी सौजन्याने वागेन. प्राणी मात्रावर दया दाखविण.

माझा देश आणि माझे देशबांधव यांच्याशी निष्ठा राखण्याची मी प्रतिज्ञा करीत आहे. त्यांचे कल्याण आणि त्यांची समृद्धी ह्यांतच माझे सौख्य सामावले आहे.



वक्र पृष्ठभागावरे प्रकाशाचे परावर्तन (Reflection of light by Curved surfaces)

सपाट आरशामध्ये प्रतिमा कशी तयार होते ते तुम्ही 7 व्या आणि 8 व्या वर्गात शिकलात. तसेच तुम्ही गोलीय आरशाविषयी सुद्धा चर्चा केलेली आहे. तुम्हाला माहित आहे की, वक्र पृष्ठभागाला गोलीय आरसा का म्हणतात.

तुम्ही जेंव्हा फुगलेल्या पृष्ठभागामध्ये तुमच्या प्रतिमेचे निरीक्षण करता त्यावेळेस तुम्हाला बरेच शंका आल्या असतील.

- फुगलेल्या पृष्ठभागाद्वारे जी प्रतिमा तयार होते तशीच प्रतिमा सपाट आरशाद्वारे तयार होते का ?
- मोटार गाडीत सपाट आरसा वापरतात का ? ते लहान प्रतिमा का दाखवते ?
- कांही आरशांमध्ये आपली प्रतिमा पातळ किंवा फुगलेली का दिसते ?
- एखाद्या आरशात आपण उलटी प्रतिमा पाहू शकतो का ?
- दुर्बीणच्या ऐवजी एका निर्देशीत बिंदुवर आपण आरश्याच्या सहाय्याने सुर्यप्रकाश टाकु शकतो का ?
- वक्र पृष्ठभागाद्वारे परावर्तनासाठी पतन कोन आणि परावर्तीत कोन समान असतात का ?

वरील प्रश्नांची स्पष्टता येण्यासाठी आपण या धड्यात वक्र पृष्ठभागाद्वारे प्रकाशाच्या परावर्तना विषयी चर्चा करु या.

गोलीय आरशावरे प्रकाशाचे परावर्तन (Reflection of light by spherical mirrors)

प्रकाशाच्या परावर्तनाचा पहिला नियम सांगतो की,

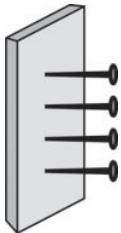
प्रकाश किरण कोणत्याही पृष्ठभागावर पतन झाल्यास ते पतन बिंदुवर काढलेल्या स्तंभीकेनी केलेल्या कोनाशी समान कोनात परावर्तीत होते.

हा नियम सर्व पृष्ठभागासाठी समतल पृष्ठभाग असो किंवा वक्र पृष्ठभाग सर्वांसाठी लागु होते. यामध्ये सर्वात महत्वाची गोष्ट म्हणजे आपाती बिंदु वर स्तंभीकेनी केलेला कोन कोणत्याही पृष्ठभागासाठी स्तंभीकेला ठरवुन आणि आपाती कोन माहित केल्यास त्यावरे परावर्तीत कोन माहित करु शकतो. समतल पृष्ठभागावर कोणत्याही बिंदुवर स्तंभीकेला ओळखणे खुप सोपे आहे. परंतु वक्र पृष्ठभाग, क्रमरहीत पृष्ठभागावर स्तंभीकेला (लंब) ओळखणे फार सोपे नाही.

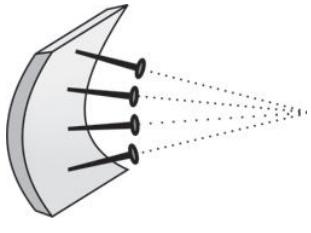
कृती 1

वक्र पृष्ठभागाच्या स्तंभीकेला(लंब) माहित करणे (Finding the normal to a curved surface)

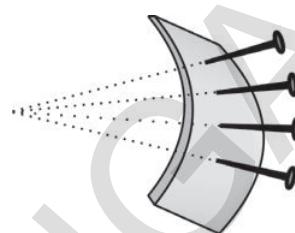
एक लहान बारीक फोमचा किंवा रबराचा तुकडा (स्लीपरच्या सोल सारखा) घ्या. आकृती 1-अ मध्ये दाखविल्या प्रमाणे काही टाचण्या एकाच सरळ रेषेत रबरावर टोचा.



आकृती-1(अ)



आकृती-1(ब)



आकृती-1(क)

यासर्व टाचण्या रबराच्या पृष्ठभागाशी लंब आहेत. त्या रबरी तुकड्याला आरसा समजल्यास रबरावर टाचण्या टोचलेल्या बिंदुजवळ लंबाना दर्शविते. टाचण्या टोचलेल्या बिंदुजवळील आपाती किरण टाचणीशी जो कोन करतो तेवढ्या कोनानी परावर्तीत होते.

आकृती 1 (ब) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे रबरी तुकड्याला आतील दिशेने वाकवीले असता, टाचण्यात काय बदल घडुन येतो. ते अद्याप विविध बिंदुवर लंबाना सुचित करते. परंत सर्व टाचण्या एका बिंदुजवळ अभिसृत (एका बिंदुवर छेदते) झालेल्या तुमच्या लक्षात येते. जर रबरी तुकड्याला आकृती 1 (क) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे बाहेरच्या दिशेने वाकविल्यास टाचण्या एकमेकांपासुन दुर गेलेल्या दिसतात. दुसऱ्या शब्दात म्हणजे अपसृत झालेल्या दिसतात.

यावरून गोलीय आरशासोबत काय घडते याचा एक उपाय आपणास मिळतो. अंतर्वक्र आरसा आकृती 1(ब) मध्ये आत वाकविलेल्या रबरी सोला सारखे आहे आणि (आकृती 1(क)) मध्ये बहिर्वक्र आरसा बाहेरच्या दिशेत रबरी सोल वाकविल्या सारखे आहे. आकृती 1(ब) मध्ये दाखविलेल्या टाचण्यामुळे अंतर्वक्र आरशाचे सर्व लंब(स्तंभीका) एका बिंदुजवळ अपसृत होतात. या बिंदुंला आरशाचे वक्रता केंद्र (centre of curvature(C) म्हणतात.

भुमितीची थोडी आठवण करू. स्पश्रिष्टा आणि वर्तुळाबद्दल शिकताना वर्तुळ केंद्रावरून वर्तुळाच्या कोणत्याही बिंदुवर काढलेली त्रिज्या त्या बिंदुवर वर्तुळास काढलेली स्पश्रिषेला लंब असते.

गोलीय आरशावर कोणत्याही बिंदुवर काढलेल्या लंबाना माहित करण्यासाठी भुमितीचे ज्ञान उपयोगी पडते. आपणास जे काही करायचे आहे ते म्हणजे आरशावरील कोणत्याही बिंदुवरून त्या गोलाच्या केंद्रावर एक रेषा काढली पाहिजे.

आकृती 2 (अ) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे एका विद्मीतीय आकृतीच्या विषयी कल्पना करणे हे खुप सोपे आहे. परंतु अतंर्वर्क आरसा हा खरा म्हणजे गोलाचा एक भाग आहे. म्हणून आरशाच्या वक्रता केंद्राला माहित करण्यासाठी तो आरसा कोणत्या गोलाशी संबंधीत आहे. त्या गोलाचे केंद्रबिंदु माहित केला पाहिजे. गोलाच्या केंद्रबिंदु वरून आरशाच्या कोणत्याही बिंदुवर काढलेली रेषा आरशाला त्या बिंदुवर लंब होते.

आकृती 2 (ब) मध्ये त्रिजेशी (लंब) किरण R ने केलेल्या कोनाला (आपाती कोन) i ने सुचवितात. परावर्तीत कोनाला r ने दर्शवितात. परावर्तनाच्या पाहिल्या नियमानुसार $i = r$ आपणास माहित आहे.

आरशाच्या मध्यबिंदुना (भुमितीय केंद्र) आरशाचा धूव (pole (P)) म्हणतात. आकृतीत दाखविलेली क्षीतीज समांतर रेषा वक्रता केंद्र आणि धूवामधुन गेल्यास त्याला आरशाचा मुख्य अक्ष (principal axis) म्हणतात. P आणि C मधील अंतराला आरशाची वक्रता त्रिज्या (radius of curvature (R)) म्हणतात.

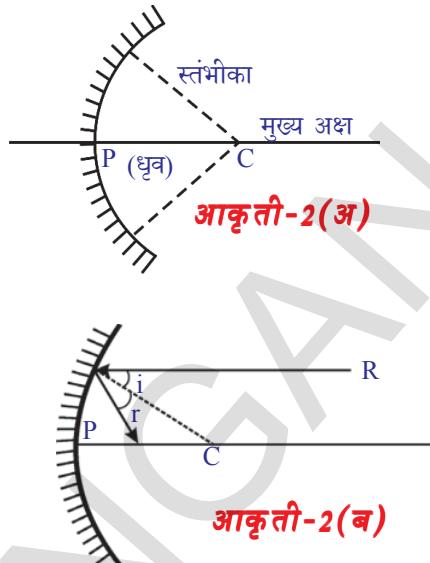
आकृती 2 (ब) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे, मुख्य अक्षाला समांतर असणाऱ्या किरणांच्या रचनेसाठी वेगवेगळ्या परावर्तीत किरणाची रचना करण्याचा प्रयत्न करा. तुमच्या निष्कर्ष काय आहे?

तुम्ही काढलेल्या आकृतींना प्रयोगाब्दारे पडताळा करा.

याची पडताळा करण्यासाठी पहिल्यांदा आपणास समांतर किरणे माहित करण्याची पैद्धत माहित करावी लागते. हे आपण कसे करू शकतो?

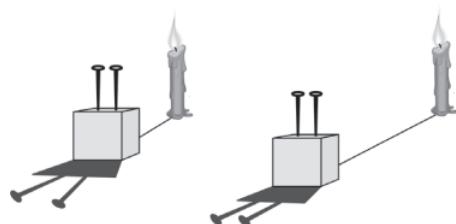
प्रथम आपणास प्रकाशाची किरण समांतर पडण्यासाठी तशी परिस्थिती निर्माण केली पाहिजे.

आकृती - 3 मध्ये थरमाकोल्सला दोन टाचण्या टोचलेल्या दिसेल. त्या टाचण्या एकमेकांस समांतर आहेत. आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे जेव्हा प्रकाशाचे स्रोत खुप जवळ ठेवले असता त्यांच्या सावल्या एकमेकांपासुन दुर जातात (अपसारी होतात) प्रकाशाच्या स्रोताला टाचण्यापासुन थोडे दुर सरकविल्यास अपसृत कोन कमी होतो. जर



आकृती-2(ब)

आपण प्रकाशाच्या स्रोताला खुप दुर सरकविल्यास आपणास समांतर सावल्या येतात. परंतु मेणबत्तीला अजुन दुर सरकविल्यास प्रकाशाची तिक्रता कमी होते. याचा अर्थ



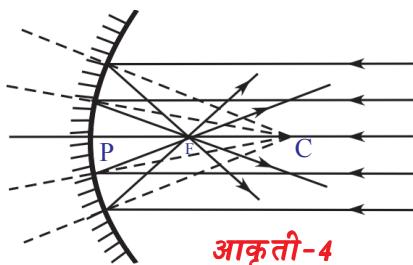
आकृती-3

समांतर किरणांचा शलाका (beam) येण्यासाठी प्रकाशाचे स्त्रोत दुर अंतरावर असले पाहिजे आणि त्याची तिब्रता पुरेशी असायला पाहिजे.

अशाप्रकारचे स्त्रोत आपणास कुठे आढळून येते. होय, आपल्याला सहजरितीने उपलब्ध असलेले एक स्त्रोत आहे. ते म्हणजे सुर्य होय.

सुर्यकिरण आणि अंतर्वक्र आरसा घेऊन एक प्रयोग करु या.

कृती 2



अंतर्वक्र आरश्याला त्याच्यावर सुर्यप्रकाश पडेल अशारीतीने पकडा. एक लहान कागद घ्या आणि त्याला आरशासमोर हळवारपणे सरकवा आणि ज्या ठिकाणी (बिंदु) लहान आणि चमकदार प्रतिमा तयार होते तो बिंदु माहित करा. तो बिंदु सुर्य आहे.
(कागदाचे माप आरशावरील पडणाऱ्या प्रकाश

किरणाला अडथळे न येण्यासाठी कागद लहान असला पाहिजे.)

सुर्यापासुन येणारी किरणे अंतर्वक्र आरशाच्या मुख्य अक्षाला समांतर असुन एका बिंदु जवळ अभिसृत होतात. या बिंदुला अंतर्वक्र आरशाची नाभी किंवा नाभीय बिंदु (Focus or focal point (F) म्हणतात. या बिंदुंचे आरश्याच्या धृवापासुन अंतर मोजा. या अंतराला आरशाचा नाभीय बिंदु (focal length (f) म्हणतात. वक्रता त्रिज्या ही या अंतराच्या दुप्पट ($R=2f$) असते.

तुम्हाला आलेल्या निश्कषणाची पडताळणी या चित्राव्दारे काढण्यासाठी याचा उपयोग होतो का?

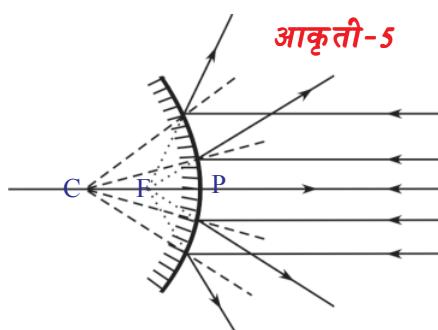
- आरशाच्या समोर नाभीय अंतरापेक्षा कमी अंतरावर कागदाच्या तुकडा ठेऊन हळुहळु मागे सरकविल्यास काय होते?
- सुर्याचे प्रतिबिंब लहान होते का मोठे होते?

कागद आरशाच्या नाभी पर्यंत पोहचे पर्यंत सुर्याच्या प्रतिबिंबाचे परिमाण कमी होऊन त्यानंतर वाढणे सुरु होतांना तुम्हाला दिसुन येते.

सुचना : किरणाची आकृती काढतांना कधी कधी स्पष्ट नसते, जी आरशाची परावर्तीत बाजु आहे. म्हणुन आपण रुंदीनुसार परावर्तीत न होणाऱ्या बाजुवर रेषा दाखविल्या पाहिजे. (लेप लावलेली बाजु)

बहिवक्र आरशासाठी तुम्ही हीच आकृती काढू शकता का?

आकृती 5 पाहा. बहिवक्र आरशावर पडलेली समांतर किरणे परावर्तीत होऊन अपसृत होतांना दिसते. जर आपण परावर्तीत किरणे मागे वाढविली असता ती 'F' वर मिळतात, म्हणजेच बहिवक्र आरशाच्या नाभीवर मिळते.





विचार करा आणि चर्चा करा

- आकृती -5 पाहा. बहिवक्र आरशावर समांतर प्रकाश किरणे पडत आहे. यावरुन तुम्ही कोणता निष्कर्ष काढु शकता ?
- जर तुम्ही नाभी केंद्रावर कागद ठेवल्यास तुम्हाला बिंदुचे प्रतिबिंब मिळते का ?

जेव्हा समांतर किरणे आरशावर पडतात परावर्तनानंतर नाभीवर मिळतात.

- अंतर्वक्र आरशाच्या नाभीवर प्रत्येक वेळी प्रतिमा मिळते का ? चला प्रयोगकृती व्दारे माहित करु या



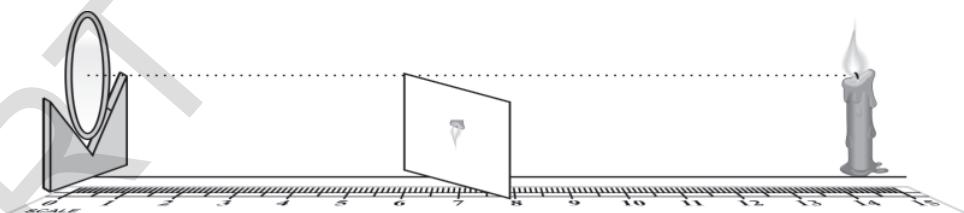
प्रयोगकृती 2

उद्देश: प्रतिमेच्या प्रकाराचे निरिक्षण करून आणि आरशा पासुन वस्तुचे अंतर आणि प्रतिमाचे अंतराचे मापण करणे.

आवश्यक सामुग्री : मेणबत्ती, कागद, अंतर्वक्र आरसा, (नाभी अंतर माहित असलेला) V स्टॅड, मोजमाप करण्याचा टेप किंवा मिटर स्केल.

पद्धत : अंतर्वक्र आरशाला V-स्टॅडवर ठेवा, आकृती 6 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे मेणबत्ती आणि मिटर स्केल ठेवा.

आरशापासुन वेगवेगळ्या (10से.मी ते 80से.मी.) अंतरावर मेणबत्ती अक्षावर ठेवा आणि कागदाला सरकविल्याने जेथे स्पष्ट प्रतिमा कागदावर तयार होते ते स्थान माहित करा. (मेणबत्तीची ज्योत आरशाच्या अक्षावर असली पाहिजे आणि कागद हा अक्षाच्या खाली असायला पाहिजे याची काळजी घ्या.)



आकृती-6

तत्ता - 1 मध्ये तुमच्या निरिक्षणाची नोंद करा.

तत्ता -1

निरिक्षणाची संख्या	आरशापासुन मेणबत्तीचे अंतर (वस्तुचे अंतर-II)	आरशापासुन कागदाचे अंतर (प्रतिमाचे अंतर -V)	मोठी करणे / कमी करणे	उलटी किंवा सरळ
1				
2				
3				
4				

तुम्ही पाहिलेल्या प्रतिमेच्या प्रकाशावरून तुमच्या अवलोकनाचे गट बनवा. (प्रतिमा मोठे आहे आणि उलटे आहे) काही स्थानावर तुम्हाला कोणतीही प्रतिमा मिळणार नाही याची सुध्दा नोंद करा.

नाभीय बिंदु आणि वक्रता केंद्र आपणास माहित असल्यामुळे आपल्या वरील अवलोकनाचे पुन्हा वर्गीकरण तक्ता -2 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे करता येते. या तत्कावरून तुम्ही काय अनुमान लावता?

या बिंदुवर तुमच्या म्हणण्याप्रमाणे अजुन एक अवलोकन तयार करता येते. वस्तु वेगवेगळ्या स्थानावर असतांना तुम्ही कागदावर प्रतिमा मिळविण्याचा प्रयत्न करीत आहात. याच वेळी आरशाकडे पाहून प्रतिमा कशी दिसते या तुमच्या निरिक्षणाची नोंद्या.

- ते प्रतिमा उलटे आहे का सरळ आहे?

तत्का - 2

मेणबत्तीचे (वस्तु) स्थान	प्रतिमेचे स्थान	मोठी करणे/लहान करणे	उलटी किंवा सरळ	आभासी
आरसा आणि F मधील				
नाभीय बिंदुवर				
F आणि C मध्ये				
वक्रता केंद्रावर				
C च्या समोर				

तत्का-2 वरून तुम्ही काय अनुमान लावला?

अंतर्वक्र आरशांनी तयार झालेल्या प्रतिमे संबंधी किरणाचे चित्र काढुन तुमच्या अनुमानाशी तुलना करण्याचा प्रयत्न करा.

अंतर्वक्र आरशासाठी किरणाचे चित्र (RAY DIAGRAMS FOR CONCAVE MIRROR)

कृती - 2 मध्ये सुर्यापासुन येणारी समांतर प्रकाश किरणे अंतर्वक्र आरशावर पडली तेव्हा नाभीय केंद्रावर सुर्याचे प्रतिबिंब खुप लहान तयार होते. याचे वर्णन करणाऱ्या किरणाच्या चित्रांना आपण पाहिले (आकृती - 4 पाहा)

आरशाच्या समोर मुख्य अक्षावर कोणत्या बिंदुवर वस्तुला ठेवल्यास तयार होणाऱ्या प्रतिमे संबंधी किरणचित्रांना काढण्यासाठी आपण आता एका सोप्या पद्धतीचा वापर करू. प्रयोगात आपल्या निरिक्षणाची या किरणचित्राशी तुलना करू. या साठी वस्तुवर कोणत्याही बिंदुवरून निघुन वेगवेगळ्या दिशेत प्रवास करणारे दोन किरण घेऊ. आरशावरूपे परावर्तित होऊन प्रतिमा तयार करण्यासाठी ते परत कुठे मिळतात याचे निरिक्षण करू.

एक उदाहरण घ्या.

आकृती - 7 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे एक अंतर्वक्र आरसा आणि मेणबत्ती ही काही अंतरावर त्या आरशाच्या अक्षा वर ठेवली आहे.

मेणबत्तीच्या ज्योतीच्या निमुळत्या टोकावरून निघणारी दान किरणे आकृतीत दाखविली आहे. परावर्तनाच्या नियमाचा उपयोग करून त्या किरणाच्या परावर्तन किरणांना काढल्यास ते A वर मिळतात. या खंडण बिंदु A जवळ परावर्तीत प्रमिमेच्या ज्योतीच्या टोकाचे प्रतिबिंब तयार होते.

- फक्त A जवळच का तयार होते ?

A बिंदुच्या आधी किंवा नंतर कोणत्याही बिंदु (उदा. B बिंदु) जवळ पडून ठेवल्यास परावर्तन किरणे पडून वर विविध बिंदुत मिळतात हे आपण पाहतो. म्हणून या किरणामुळे विविध बिंदुंजवळ प्रतिबिंब तयार होते. ज्योतीच्या निमुळत्या टोकापासुन अजुन काही किरणे काढल्यास ती सर्व किरणे A बिंदुवर मिळतात. परंतु B बिंदुजवळ मिळत नाही. म्हणून आपण पडदा A जवळ पकडला तेव्हा ज्योतीच्या निमुळत्या भागाची प्रतिमा स्पष्ट पडते आणि कागदाला हल्लुहल्लु कोणत्याही दिशेत सरकविल्यास प्रतिमा अस्पष्ट दिसते. तुम्ही या आधी सुर्यकिरणाव्दारे केलेल्या प्रयोगात सुध्दा याच विषयाचे निरिक्षण केले.

कितीही असलेतरी गोलीय आरशावर पडणाऱ्या प्रत्येक सुर्य किरणाचे परावर्तन किरण काढणे तेवढे सोपे नाही. प्रत्येक वेळी छतन बिंदुजवळ स्पशिषा काढुन लंबास ओळखुन छतन कोन माहित केला पाहिजे. त्या कोनाशी समान असलेल्या कोनाशी परावर्तन कोन काढावा. हे सर्व कष्टदायक काम आहे. मग यापेक्षा काही सोपी पद्धत आहे का ?

आतापर्यंत आपण चर्चा केलेला बिंदु 'A' (परावर्तन किरणाच्या खंडण बिंदुला) माहित करण्यासाठी काही उपयुक्त किरणे आहेत.

मुख्य अक्षाशी समांतर आलेली किरणे परावर्तीत होऊन आरशाच्या नाभीय केंद्रातुन जाते हे आपणास माहित आहे. म्हणून कोणतेही किरण चित्र काढण्यासाठी वस्तु पासुन निघुन आरशाच्या मुख्याअक्षाशी समांतर पणे प्रवास करून आरशावजळ पोहोचणारे किरण हे आपण काढणारे पाहिले किरण आहे.

तेव्हा आरशावरील पतन बिंदु पासुन नाभीय केंद्राव्दारे काढलेली रेषा परावर्तन किरण होते. किरण चित्रांना अजुन सोपे काढण्यासाठी वस्तुच्या वरील टोकापासुन निघणाऱ्या किरणांना घेऊ या. आकृती 8 मधील R_1 किरणाचे निरिक्षण करा.

आता पर्यंतची चर्चा केलेल्या संदर्भाचा व्यस्त संदर्भ सुध्दा सत्य ठरते. म्हणजे आरशाच्या नाभीय केंद्रातुन जाणारे किरण परावर्तननंतर मुख्य अक्षाला समांतर प्रवास करते.

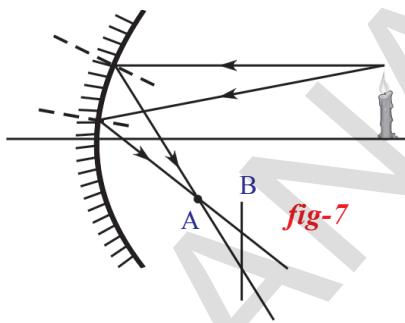


fig-7

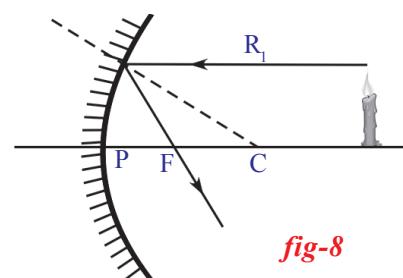
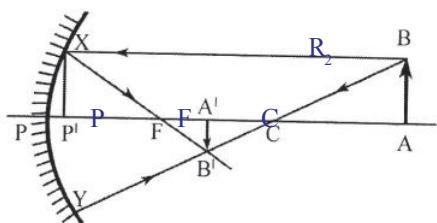


fig-8



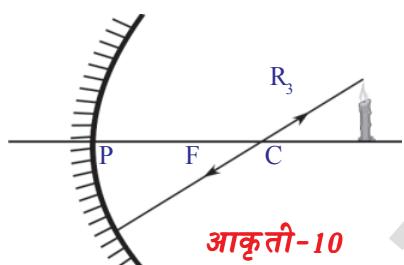
आकृती-9

हे आपण काढणारे दुसरे किरण आहे. हे किरण ज्योतीच्या टोका पासून निघते आणि नाभीय बिंदुतुन जाऊन आरशावर पडते. परावर्तनानंतर हे किरण मुख्य अक्षाला समांतर प्रवास करते. म्हणुन आपाती बिंदुपासून निघुन मुख्य अक्षाला समांतर असलेले परावर्तन किरण आपणास काढावे लागते. आकृती - 9 मधील R_2 चे निरिक्षण करा.

R_1, R_2 किरणाचा उपयोग करून त्याचा खंडण बिंदु माहित केल्याने, वस्तुच्या वरच्या टोकाची प्रतिमा कुठे तयार होते हे माहित होते.

किरण चित्रांना काढण्यासाठी अनुकूल असलेले अजुन एक किरण आहे.

एका प्रतलाच्या पृष्ठभागावर लंब असलेले किरण परावर्तनानंतर विरुद्ध दिशेत त्याच मागानि प्रवास करते. गोलीय आकार आरशावर तसे लंब पडणारे किरण कोणते?



आकृती-10

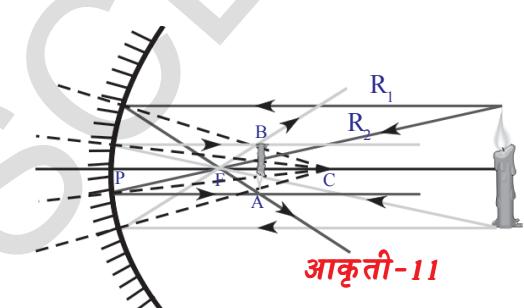
आरशाच्या वक्रता केंद्रावरून काढलेली रेषा पतन बिंदु जवळ काढलेल्या स्पर्शरेषेला लंब असते, हे आपणास माहित आहे. म्हणुन वस्तुच्या वरच्या टोकावरून निघणारे किरण वक्रता केंद्रातुन प्रवास करीत आरशाकडे पोहचणारे किरण काढल्यास ते परावर्तीत होऊन त्याच मागानि परत जाते. हे

किरण R_3 आहे. हे आकृती - 10 मध्ये आहे. साधारणत: लंबासोबत प्रवास करणारे प्रकाश किरण परावर्तीत होऊन सुध्दा लंब मागानिच प्रवास करते.

या तीन्ही किरणासोबत वस्तुपासून निघुन आरशाच्या धृवाकडे पोहोचणारे किरण सुध्दा किरणाचे चित्र काढण्यास उपयोगी पडते. या किरणास मुख्य अक्ष हिच स्तंभीका होते.

आकृती -11 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे (मेणबत्ती) ठेवलेल्या वस्तुच्या वरच्या भागावरून

येणाऱ्या कोणत्याही दोन किरणांच्या खंडण बिंदु A ला खालच्या भागाकडुन येणाऱ्या कोणत्याही दोन किरणाचा छेदन बिंदु B ला किरणाच्या चित्राव्दारे काढल्याने प्राप्त करू शकते. आरशापासून A किंती अंतरावर आहे. B सुध्दा तेवढ्याच अंतरावर असतो. म्हणुन प्रतिबिंब आकृतीत दाखविल्या प्रमाणे



आकृती-11

मुख्य अक्षाशी लंब असते. म्हणुन प्रतिबिंब उभे आणि उलटे असते.

- मेणबत्ती आरशाच्या मुख्य अक्षावर ठेवल्यास मेणबत्तीच्या खालच्या भागाची (पाया) प्रतिमा कुठे तयार होते?

मुख्य अक्षावरील कोणताही बिंदु पासून निघुन मुख्यअक्षा सोबत प्रवास करणारे कोणतेही किरण परावर्तित होऊन परत मुख्य अक्षा सोबतच प्रवास करते. म्हणजेच मेणबत्तीच्या पायाचे प्रतिबिंब मुख्य अक्षावरच तयार होते. असे आपण सांग शकतो. आता आपण A बिंदुवरून मुख्य अक्षावर एक लंब काढला पाहिजे. तो लंब मुख्य अक्षावर छेदणाच्या बिंदुवर मेणबत्तीच्या पायाचे प्रतिमा तयार होते. आकृती 12 पाहा. आकृतीत दाखविल्या प्रमाणे प्रतिबिंब हे उलटे आणि वस्तुपेक्षा छोटे तयार होते.

आकृती - 12 ही या संदर्भसाठी काढली आहे. जेथे वस्तु वक्रता केंद्रासमोर ठेवली आहे.

हा निश्कर्ष तुमच्या निरिक्षणाला मिळता जुळता आहे का? (प्रयोग कृती)

दुसऱ्या संदर्भसाइभ चित्र काढा आणि तुमच्या निरिक्षणाला मिळते जुळते आहे का? याचा पडताळा करा?

- प्रयोगा दरम्यान तुम्हाला पडद्यावर प्रतिबिंब न दिसणारे कोणतेही स्थान आहे का?

आकृती - 13 मधील संदर्भ लक्षात घ्या.

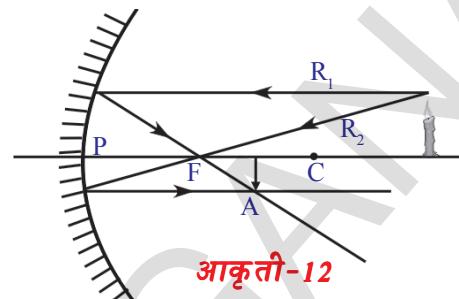
मेणबत्तीला (O) आरशाच्या नाभीय अंतरापेक्षा कमी अंतरावर ठेवली आहे.

पहिले किरण (R_1)वस्तुच्या वरच्या टोकावरून निघुन मुख्य अक्षाच्या समांतर जाऊन आरशाला स्पर्श करीत परावर्तन होऊन नाभी मधुन f जाते. हे काढणे सोपे आहे. दुसरे किरण वस्तुच्या वरच्या टोकावरून निघुन नाभीतुन गेले पाहिजे. परंतु तसे जाणारे किरण आरशाला स्पर्श करीत नाही. म्हणुन वस्तुच्या वरच्या टोकावरून निघुन आरशाच्या वक्रता केंद्रातुन जाणाच्या तिसऱ्या किरणाचा वापर करावा लागतो.

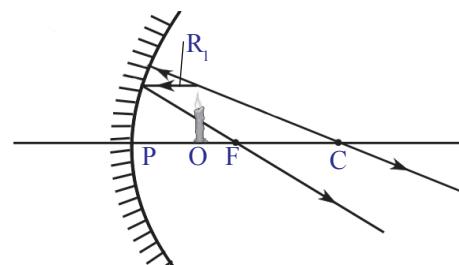
परंतु हे सुधा आरशाला स्पर्श करणे संभव नाही. म्हणुन आपण एक लहान बदल करू

वस्तुच्या वरच्या टोकावरून निघुन आरशाच्या वक्रता केंद्रातुन जाणाच्या किरणाएवजी वस्तुच्या वरच्या टोकापासून निघुन आरशा कडे जाणाच्या किरणात केणत्या किरणाला मागे वाढविल्यास ते वक्रता केंद्रातुन जाते. त्या किरणाला विचारात घेतले पाहिजे. हे किरण आरशाला लंब असुन त्याच रेषेवर विरुद्ध दिशेत परावर्तित होऊन वक्रता केंद्रातुन जाते.

आकृती - 13 मध्ये आपण पाहिलेली दोन किरणे परावर्तीत होऊन अपसृत होतात ते एकमेकांस मीळत नाही. या संदर्भप्रमाणेच आपण प्रयोग करतांना सुधा काही



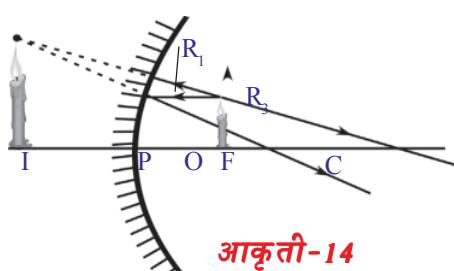
आकृती-12



आकृती-13

संदर्भात प्रतिबिंबांना पडद्यावर शोधणे साध्य होत नाही. या किरणाच्या चित्रावरून परावर्तित किरणे अपसृत झाल्यामुळे आपल्याला प्रतिबिंब कुठेही मिळणार नाही. जरी करता आपण पडद्याला आरशापासुन कितीही दुर सरकविले तरी पण आपल्याला प्रतिबिंब आढळून येत नाही.

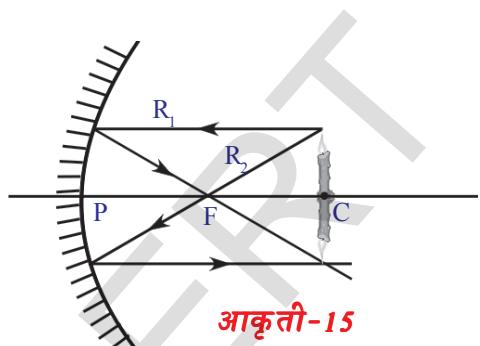
परंतु अशा संदर्भात प्रतिबिंबास आरशात पाहू शकतो. किरण चित्रावरून प्रतिबिंबाचे स्पष्टीकरण करणे शक्य आहे का?



किरणांनाच पाहात आहो ते एका बिंदुपासुन आल्यासारखे दिसते. आकृती - 14 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे किरणाला मागे वाढविल्यास आपणास हा बिंदु मिळू शकतो. इतर संदर्भात आपण प्रतिबिंब पाहिल्या सारखे येथे प्रतिबिंब राहत नाही. परंतु आरशात मात्र प्रतिबिंब असते.

आकृती - 14 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे प्रतिबिंब हे सरळ किंवा वस्तुपेक्षा मोठे असते. हे तुमच्या निरिक्षणाशी जुळते का?

अशा प्रकारे किरणाला मागे वाढवून आलेल्या प्रतिबिंबाला आभासी प्रतिमा (**virtual image**) असे म्हणतात. वास्तविक प्रतिमे (**real image**) सारखी ही आभासी प्रतिमा पडद्यावर दिसत नाही.



सपाट आरशात प्रतिबिंबांना शोधण्यासाठी आपण काय केले पाहिजे. याची आठवण करा. प्रतिमेचे स्थान निश्चित करण्यासाठी परावर्तीत किरणाला एकमेकांना खंडण करे पर्यंत वाढवावे लागते. आता आपण येथे असेच करु. जेव्हा आपण आरशात पाहतो ना अपसृत झालेल्या

आरशाच्या वक्रता केंद्रावर वस्तुला ठेवणे. दुसरा आवडीचा संदर्भ आहे. आकृती - 15 पाहा.

किरण चित्रावरून आपण निश्कर्ष काढतो कि, प्रतिमेचे परिमाण त्या वस्तुच्या परिमाणा ऐवढेच असते. वस्तु आरशापासुन किती अंतरावर आहे. प्रतिमा सुधा तेवढ्याच अंतरावर असते. ऐवढेच नसुन प्रतिमा उलटी तयार होते. या प्रयोगात तुमच्या निरिक्षणास काय आले?



विचार करा आणि चर्चा करा

- जेव्हा वस्तु f ठिकाणी ठेवली असेल तेंव्हा तुम्हाला प्रतिमा मिळेल का? त्यासाठी किरण चित्र काढा? प्रयोग करून पाहा?

किरण चित्र आणि तुमच्या निरिक्षणावरून अंतर्वक्र आरशाचे काही विशिष्ट गुणधर्म लक्षात येते. आरशा जवळ वस्तु (नाभीय अंतरापेक्षा कमी) असल्यास प्रतिमेचे परिमाण

मोठे असते. आणि प्रतिमा सरळ (ताठ) असते. हा गुणधर्म आपल्या सामान्य जिवनात उदा. शेविंगचे आरसे, दंतवैद्य उपयोग करणारे आरसे इत्यादीत उपयोगी पडते.

दुसऱ्या गुणधर्म मध्ये ते किरणांना नाभीय केंद्राजवळ अभिसृत करतात. याचा सुधादा काही ठिकाणी उपयोग होतो. तुमच्या TV आणि डिशन्या छत्रीच्या कडे पाहा.

तुम्ही भोवताली पाहिले असता बरेचशे वक्र पृष्ठभाग दिसतात. परंतु सर्व पृष्ठभाग अंतर्वक्र नसतात. त्यापैकी काही बहिर्वक्र असतात.

तुम्ही कारचा मागचे दृष्ट्य दिसणारा आरसा बघीतला का?

त्याच्या पृष्ठभाग कोणत्या प्रकारचा असतो. तुमच्या कारच्या मागच्या आरशावर आणि खिडकीच्या काचावर तयार होणारी प्रतिमा पाहिलात का? हे कोणत्या प्रकारचे पृष्ठभाग आहेत? आकृती - 16 पाहा.

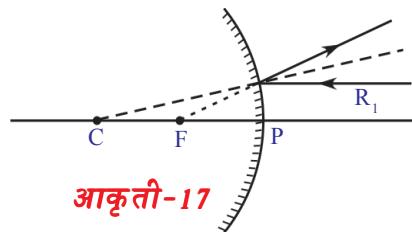
बहिर्वक्र पृष्ठभागासाठी किरणाचे चित्र आपण काढू शकतो का?



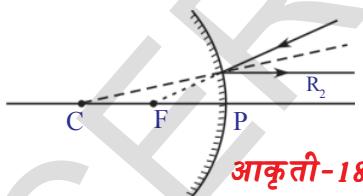
आकृती-16

बहिर्वक्र आरशासाठी किरणांचे चित्र (Ray diagrams for convex mirrors)

बहिर्वक्र आरशासाठी सुधा किरणाचे चित्र काढता येते. अंतर्वक्र आरशाचे किरणचित्र काढण्यासाठी उपयोग केलेल्या तीन प्रकारच्या किरणाचा उपयोग येथे सुधा होतो. परंतु थोडा बदल करण्याची आवश्यकता आहे. चित्र काढण्याची पद्धत एकच असल्यामुळे परत पुन्हा पुन्हा करण्याची आवश्यकता नाही.



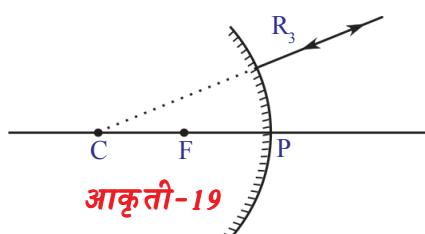
नियम 1: मुख्य अक्षाला समांतर असुन बहिर्गोल आरशावर मिळाणारे किरण परावर्तीत होऊन नाभीय केंद्रातुन येताना दिसते. आकृती - 17 पाहा.



आकृती-18

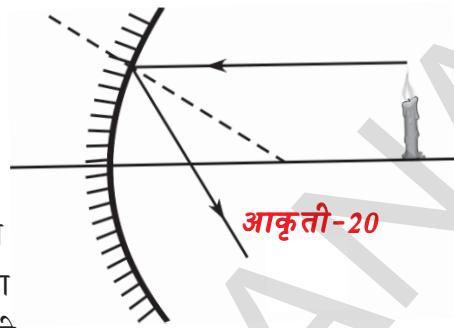
नियम 2: हा नियम 1 चा व्यत्यास आहे. नाभीय केंद्राच्या दिशेत प्रवास करणारे किरण परावर्तनानंतर अक्षाला समांतर असते. आकृती - 18 पाहा.

नियम 3: वक्रता केंद्राच्या दिशेत प्रवास करणारे किरण परावर्तीत होऊन विरुद्ध दिशेत प्रवास करत वक्रता केंद्रापासुन आल्यासारखे दिसते आकृती - 19 पाहा.



आकृती-19

जेव्हा बहिंगोल आरशासमोर विभिन्न ठिकाणी वस्तु ठेवल्यानंतर या नियमांनुसार तयार होणाऱ्या प्रतिमा दाखवा.
(आकृती-20 पाहा)



बहिंगोल आरशाच्या समोर मुख्य अक्षावर AB वस्तु कुठेही ठेवली. नियम-1 आणि 3 चा वापर करून, आरशाच्या मागच्या बाजुला P आणि F च्या मध्यात आपल्याला सरळ, पुस्ट, आभासी प्रतिमा मिळेल. या प्रतिमेला पडद्यावर घेऊ शकत नाही. हे फक्त आरशामध्ये दिसते. हे आभासी प्रतिमा आहे. प्रयोगाद्वारे पडताळणी करा.

या नियमांचा उपयोग करून, वेगवेगळ्या ठिकाणी ठेवलेल्या वस्तुंची प्रतिमा तयार होतांना दाखविणाऱ्या किरणाचे चित्र काढा आणि तुमच्या निरीक्षणाची नोंद करा. प्रयोगाव्दरे तुमच्या परिमाणाची पडताळणी करा.

जेव्हा तुम्ही वस्तुला एका निश्चित अंतरावर ठेवता तेव्हा तुम्हाला त्याची प्रतिमा एका विशिष्ट अंतरावर दिसुन येते. वस्तुचे अंतर (u) आणि प्रतिमेचे अंतर (v) यामध्ये तुम्हाला काही संबंध आढळून येतो का?

वक्र आरशासाठी सूत्र साध्य करणे (Derivation of formula for curved mirrors)

आकृती 21 चे निरीक्षण करा.

मुख्य अक्षाला वस्तु AB च्या B वरून किरण समांतर होत आहे. आणि आरशाच्या X वर पडत आहे. ही किरण परावर्तनानंतर F मधून जात आहे. आणि एक किरण B पासून सुरुवात होऊन वळणाऱ्या मध्यातून जात आहे आणि आरशाच्या Y वर पडत आहे. ही किरण परावर्तनानंतर सारख्या दिशेने परत होत आहे.

XB' आणि YB' हे दोन्ही किरण B येथे मिळत आहे. म्हणून B ची प्रतिमा B' आहे. म्हणून AB ची प्रतिमा A'B' आहे.

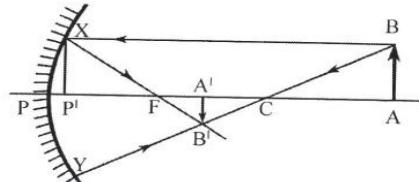
वरील आकृती-21 वरून,

$\triangle ABC$, $\triangle A'B'C'$ हे समरूप त्रिकोणे आहेत.

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{AC}{A'C'} \quad \dots\dots (1)$$

त्याचप्रमाणे $\triangle P'XF$ आणि $\triangle A'B'F$ समरूप त्रिकोणे आहेत.

$$\frac{P'X}{A'B'} = \frac{P'F}{A'F} \quad \dots\dots (2)$$



आकृती-21

आकृती-21 वरुन आपण असे म्हणु शकतो की, $P^I X = ABC$

$$\frac{AB}{A^I B^I} = \frac{P^I F}{A^I F} \quad \dots\dots (3)$$

समीकरण-1, 3 वरुन आपण असे लिहु शकतो की,

$$\frac{AC}{A^I C} = \frac{P^I F}{A^I F} \quad \dots\dots (4)$$

मुख्य अक्षाच्या जवळून जाणाऱ्या किरणाचा जर विचार केला तर आपण असे म्हणु शकतो की, P^I शी P^I ही अनुरूप आहे. $\frac{AC}{A^I C} = \frac{PF}{A^I F}$ तर $P^I F = PF$ $\dots\dots (5)$

आकृती-21 वरुन आपण असे निरीक्षण करु शकतो की,

$$AC = PA - PC$$

$$A^I C = PA - PA^I$$

$$A^I F = PA^I - PF$$

समीकरण-5 मध्ये हे प्रतीक्षेपीत करुन

$$\frac{PA - PC}{PA - PA^I} = \frac{PF}{PA^I - PF} \quad \dots\dots (6)$$

आपल्याला माहित आहे की, $PA = u$, $PC = R = f$, $PA^I = v$, $PF = f$
 $\frac{u - f}{u - 2f} = \frac{f}{v - f}$

$$(u-2f)(v-f) = f(2f-v)$$

$$uv - uf - 2vf + 2f^2 = 2f^2 - vf$$

$$uv = 2f^2 - vf + uf + 2vf - 2f^2$$

$$uv = uf + vf \quad \dots\dots (7)$$

समीकरण-7 ला uvf ने भाग देऊन

$$\frac{uv}{uvf} = \frac{uf}{uvf} + \frac{vf}{uvf}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{u}$$

याला आरशाचे सुत्र म्हणतात. हे सुत्र वापरतांना, प्रत्येक संदर्भात आपल्याला सज्जाच्या रुढीचे पालन करायला पाहीजे.

आरशाच्या समीकरणातील विविध अंशासाठी पाळणाऱ्या संज्ञेची परंपरा (Sign convention for the parameters related to the mirror equation)

- सर्व अंतराला आरशाच्या धृवापासुनच P मोजावे.
- प्रकाशाच्या प्रवासाच्या दिशेतील मोजलेले अंतर धनात्मक घ्यावे आणि प्रकाशाच्या प्रवाहाच्या विरुद्ध दिशेने मोजलेले अंतर क्राणात्मक घ्यावे.
- वस्तुची (H_o) आणि प्रतिमेची उंची (H_i) ही मुख्य अक्षाच्या वर असल्यास धनात्मक, मुख्य अक्षाच्या खालच्या दिशेने असतांना क्राणात्मक घ्यावे.

आता विशालन विषयी संमजून घेऊ या म्हणजेच वस्तुचा आकार आणि त्याच्या प्रतिमेचा आकारामधील संबंध

मोठे करणे (विशालन) Magnification (m)

गोलाकार आरशाबदरे तयार झालेल्या प्रतिमेच्या परिमाणात बदल होतो, येथे फक्त लंबीत झालेल्या बदलावरून चर्चा करू या.

आकृती - 22 चे निरक्षण करू या.

O^I पासुन निघणारे किरण p वर θ कोन करीत पतन होते आणि θ कोन करीत परावर्तीत होते.

$$\text{त्रिकोण } \text{POO}^I \text{ वरून } \tan \theta = \text{OO}^I/\text{PO} \dots\dots(1)$$

$$\text{त्रिकोण } \text{PII}^I \text{ वरून } \tan \theta = \text{II}^I/\text{PI} \dots\dots\dots\dots(2)$$

$$1 \& 2 \text{ वरून } \text{OO}^I/\text{PO} = \text{II}^I/\text{PI}$$

$$\Rightarrow \text{II}^I/\text{OO}^I = \text{PI}/\text{PO} \dots\dots\dots\dots(3)$$

संज्ञेच्या रुढीनुसार

$$\text{PO} = -u; \text{PI} = -v; \text{OO}^I = h_0; \text{II}^I = -h_i$$

वरील किंमतीना समीकरण (3) मध्ये ठेवल्यास

$$-h_i/h_0 = -v/-u$$

$$\Rightarrow h_i/h_0 = -v/u$$

$$\therefore \text{विशालन } m = h_i/h_0 = -v/u$$

विशालनाची खालील प्रमाणे व्याख्या करू शकते.

$$m = \text{प्रतिमेची उंची (h}_i\text{)} / \text{वस्तुची उंची (h}_0\text{)}$$

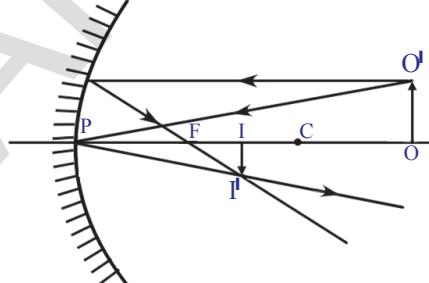
सर्व संदर्भात त्यास असे दाखविल्या जाते.

$$m = -\text{प्रतिमेचे अंतर (v)} / \text{वस्तुचे अंतर (u)}$$

तक्ता - 2 मध्ये नमुद केलेल्या पाच संदर्भातील किंमतीवरून विशालन माहित करा.

उदाहरण

15 से.मी. नाभीय अंतर असलेल्या अंतर्वर्क आरशापुढे, 25 से.मी. अंतरावर 4 से.मी.



आकृती-22

उंचीची वस्तु ठेवली आहे. आरशापासुन किती दुर अंतरावर पडदा ठेवला असता प्रतिमा स्पष्ट दिसते? त्या प्रतिमेचे स्वरूप आणि परिमाण काढा?

सोडवणक

संज्ञा रुढी प्रमाणे

नाभीय अंतर (f) = -15 से.मी.

वस्तुचे अंतर (u) = -25 से.मी.

वस्तुची उंची (h_o) = +4 से.मी.

प्रतिमेचे अंतर (v) = ?

प्रतिमेची उंची (h_i) = ?

वरील किंमतींना समीकरणात ठेवल्यास

$$1/f = 1/u + 1/v$$

$$1/-15 = 1/v + 1/-25$$

$$1/v = 1/25 - 1/15$$

$$1/v = -2/75$$

$$\Rightarrow v = -37.5\text{cm}$$

म्हणुन आरशाच्या धृवापासुन 37.5 से.मी. अंतरावर पडदा ठेवला पाहिजे. ही खरी प्रतिमा आहे.

विशालन $m = h_i / h_o = -v/u$

वरील किंमती ठेवल्यास

$$h_i/4 = -(-37.5) / (-25)$$

$$h_i = -(37.5 \times 4)/25$$

$$h_i = -6 \text{ से.मी.}$$

म्हणुन प्रतिमा ही उलटी आणि मोठी आहे.

वक्र आरशाबदारे प्रकाशाच्या परावर्तनाचे गुणधर्म आपण शिकलो. त्याचा उपयोग आपल्या नित्य जिवनात करु या.

सोलर (सौर)कुकर तयार करणे Making of solar cooker

आर्किमीडीयस (Archimedes) या शास्त्रज्ञाने आरशाच्या मदतीने शत्रुच्या जहाजांना जाळून टाकले. ही कथा ऐकली असाल.

आपण आरशाची (भिंग) वापर करून कमीत कमी भांडे तरी गरम करु शकतो का?

चला प्रयत्न करु या.

आपणास माहित आहे की, अंतर्वक्र आरसा समांतर सूर्य किरणास नाभी जवळ केंद्रीकृत असते. म्हणुन आकृती -23 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे लहान अंतर्वक्र भिंगाबदारे एक लहान

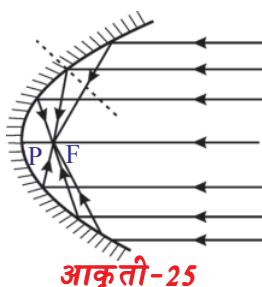
कागदाचा तुकडा जाळू शकतो. (बहिर्वक्र भिंग घेऊन सुध्दा करून पाहा) तुम्हाला काय दिसुन येते?

अशारीतीने भांड्याला गरम करण्यासाठी एक मोठ्या आरशाला तयार केले पाहिजे.

तुम्ही TV दिश एंटीना पाहिलेच असाल. TV दिशच्या आकारात एक लाकडी /लोखंडी चौकट बनवा. अक्रालीक आरशाची शीट घेऊन दिशच्या त्रिजेला समान उंची असल्यासारखे आक्रालीक आरशांना 8 किंवा 12 समवृद्धीभुज त्रिकोणात कापा. 8 किंवा 12 त्रिकोणाच्या पाया एकत्र केल्याने त्या दिशचा परिघ येते. आकृती 24 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे त्रिकोणाकार आरशांना दिशच्या चौकटीवर चिकटवा आता तुमचा सौर कुकर तयार झाला



आकृती-24



आकृती-25

त्याचा तोंड सुर्याकडे राहील अशी अंतर्वक्र आरशाची मांडणी करा. त्याचा नाभीय बिंदु माहित करून त्या बिंदुवर पात्र ठेवा. ते पात्र गरम होते. त्या पात्रात तांदुळ सुध्दा शिजवु शकता.

व्यवहारीक उपयोगात अंतर्वक्र आरसे (कारचे हेडलाईट) परावल्य आकारात असतात. आकृती -25 पाहा.



महत्वाचे शब्द

वक्रता केंद्र, वक्रता त्रिज्या, मुख्य अक्ष, धृव, नाभी, नाभीय अंतर, नाभीय केंद्र, वस्तुचे अंतर, प्रतिमेचे अंतर, वास्तव प्रतिमा, आभासी प्रतिमा, विशालन,



आपण काय शिकलो ?

- वक्र पृष्ठभागावरील बिंदुवरील लंब ही वक्रता मध्य आणि त्या बिंदुला जोडणारी रेषा असते.
- **आरशाचे सुत्र (Mirror formula):** $1/f = 1/u + 1/v$
- विशालन (Magnification) $m = \text{प्रतिमेचे परिमाण} / \text{वस्तुचे परिमाण}$ (किंवा) $m = - \text{वस्तुचे अंतर} / \text{प्रतिमेचे अंतर}$
- परावर्तीत किरण वास्तविक छेदण्याद्वारे तयार होणाऱ्या प्रतिमेला वास्तव प्रतिमा म्हणतात. ती पडद्यावर दिसते.
- ताब्यातील परावर्तीत किरणाद्वारे तयार होणाऱ्या प्रतिमेला आभासी प्रतिमा म्हणतात. ही पडद्यावर दिसत नाही.

मेणबत्तीचे स्थान (वस्तु)	प्रतिमेचे स्थान	मोठी करणे / कमी करणे	उलटी किंवा सरळ	वास्तव किंवा अभासी
आरसा आणि नाभी मधील आरशाच्या मागे	आरशाच्या मागे	मोठी होणे	सरळ	आभासी
नाभीवर	अनंत	-	-	-
F आणि C मध्ये	C समोर	मोठी करणे	उलटी	वास्तव
C वक्रता केंद्रावर	C वर	सारखी मापे	उलटी	वास्तव
C च्यापुढे	F आणि C मध्ये	कमी होणे	उलटी	वास्तव



अभ्यासात सुधारणा करा

संकल्पनेवर प्रतिसंपंदन

1. अंतर्वक्र आरशाच्या मुख्य अक्षावर नाभी आणि वक्रता केंद्रमधील बिंदुवर वस्तु ठेवल्यास त्याची प्रतिमा कोठे तयार होते ? (AS1)
2. बर्हिवक्र आणि अंतर्वक्र आरशातील फरक सांगा ? (AS1)
3. वास्तव प्रतिमा आणि आभासी प्रतिमा या मधील फरक सांगा ? (AS1)
4. अंतर्वक्र आरशावरून आभासी प्रतिमा कशी तयार होते ? (AS1)
5. वृत्तगोलाकार आरशा संबंधीत खाली दिलेल्या पदाचे वर्णन करा. (AS1)

a) आरशाचे धृव	b) वक्रता केंद्र	c) नाभी
d) वक्रता त्रिज्या	e) नाभीय अंतर	f) मुख्य अक्ष
g) वस्तुचे अंतर	h) प्रतिमेचे अंतर	i) विशालन
6. संज्ञा रुढीचा नियम लिहा ? (AS1)
7. वस्तुचे अंतर आणि प्रतिमेचे अंतर मोजणाऱ्या अंतर्वक्र आरशाच्या प्रयोगाव्दरे तुम्ही कोणता अनुमान काढाल ? (AS1)

संकल्पनेचे उपयोजन

1. 8 से.मी. वक्रता त्रिज्या असलेल्या अंतर्वक्र आरशाच्या मुख्य अक्षावर आरशापासुन 10 से.मी. अंतरावर एक वस्तु ठेवली असता, त्या वस्तुची प्रतिमा किती अंतरावर तयार होते ? (AS1)
2. सपाट आरशांनी निर्माण केलेले विशालन +1 आहे. याचा अर्थ काय ? (AS1)
3. मानवास वक्र गोलाकार आरशा विषयी माहिती नाही याची कल्पना करा. याचे महत्व किती आहे ? याचा अंदाज लावा ? (AS2)
4. अंतर्वक्र आरशाव्दरे तयार होणाऱ्या प्रतिमेचे स्थान दर्शविणाऱ्या उपयुक्त किरणांची आकृती काढा ?(AS5)
5. अंतर्वक्र आरशाच्या मुख्य अक्षावर वक्रता केंद्रापासुन वस्तु दुर ठेवली असता तयार होणाऱ्या प्रतिमेचे वर्णन करणाऱ्या पद्धतीची आकृती काढा ? (AS5)
6. वाहनात मागचे दृष्ट दिसण्यासाठी आपण बर्हिवक्र आरसा का वापरतो ? (AS7)

उच्च विचार सरणीचे प्रश्न

- 3 मी. वक्रता त्रिज्या असलेल्या बहिर्वक्र आरशाला वाहनाच्या मागच्या बाजुचे दृष्य दिसण्यासाठी वापरले. या आरशा पासून 5 मी अंतरावर एक बस उभी आहे. तर त्या प्रतिमेचे स्थान, स्वरूप आणि परिमाण माहित करा ?(AS7)
- वस्तुवरच प्रतिमा तयार होण्यासाठी अंतवक्र आरशा समोर वस्तु कशी ठेवावी ? किरणांची आकृती काढून स्पष्ट करा ? (AS3)

योग्य पर्याय निवडा

- अंतवक्र आरशाच्या समोर मुख्य अक्षावर C वर वस्तु ठेवल्यास त्या वस्तुच्या [] प्रतिमेचे स्थान
 a) अनंत अंतर b) F आणि C मध्ये c) C वर d) C च्यापुढे
- ड आरशात लहान झालेली प्रतिमा येते. जेव्हा वस्तुठेवतो. []
 a) F वर b) धृव आणि F मध्ये c) C वर d) C च्यापुढे
- अंतवक्र आरशात आपणास प्रतिमा येते जेव्हा वस्तुठेवतो. []
 a) F वर b) धृव आणि F मध्ये c) C वर d) C च्यापुढे
- विशालन m =
 a) v/u b) u/v c) h_o / h_i d) h_i / h_o
- बहिर्वक्र आरशाच्या नाभीव्दारे प्रवास करतांना दिसणारे किरण परावर्तनानंतरमधुन जात
 a) अक्षाला समांतर b) त्याच मागनि विरुद्ध दिशेत
 c) F मधुन जाते d) C मधुन जाते.
- बहिर्वक्र आरशाव्दारे प्रतिमेचा आकार केंव्हाही
 a) मोठा b) लहान
 c) वस्तुच्या आकारा ऐवढा d) वस्तुच्या स्थानावर आधारीत
- अंतवक्र आरशाच्या मुख्य अक्षावर एक निश्चित अंतरावर एक वस्तु ठेवली [] तेंव्हा आरशापासून 30 सें.मी. च्या अंतरावर प्रतिमा तयार होते. जर $r = 15\text{cm}$ तर वस्तुचे अंतर माहित करा ?
 a) 15cm b) 20cm c) 30cm d) 7.5cm
- गोलीय आरशा संबंधीत सर्व अंतर वरुन मोजल्या जाते. []
 a) वस्तु ते प्रतिमा b) आरशाचे नाभीय केंद्र
 c) आरशाचे ध्रुव d) प्रतिमा ते वस्तु
- अंतवक्र आरशामधील प्रतिमा व वस्तु मधील कमाल अंतर []
 a) 2f b) f c) 4f d) $\frac{f}{2}$

सुचवलेले प्रयोग

1. अंतर्वक्र आरशाचे नाभिय अंतर माहित करण्यासाठी प्रयोग करा ?
2. अंतर्वक्र आरशाच्या मुख्य अक्षावर वेगवेगळ्या ठिकाणी वस्तु ठेवून वस्तुचे स्थान व स्वरूप माहित करा ?

सुचवलेले प्रकल्प

1. मानवीय संस्कृतीमध्ये गोलीय आरशाच्या इतिहासाविषयी माहिती गोळा करून त्यावर अहवाल तयार करा ?
2. तुमच्या सभोवती असलेल्या अंतर्वक्र किंवा बर्हिवक्र सारखे कार्य करणाऱ्या वस्तु बदल विचार करा ? त्याचा तक्ता तयार करून तुमच्या वर्गात लावा ?(AS4)
3. अंतर्वक्र आणि बर्हिवक्र आरशातील तुमच्या प्रतिमाच्या छाया चित्र गोळा करा ? आणि तुमच्या स्क्रॅप बुकवर चिटकवा ?
4. तुमच्या दैनंदिन जीवनात अंतर्वक्र आणि बर्हिवक्र आरशाचे वापर कुठे-कुठे करतो त्याचे छायाचित्र गोळा करा आणि तुमच्या वर्गात प्रदर्शित करा ?



रासायनिक समीकरणे

(Chemical Equations)

आपल्या सभोवती घडणाऱ्या विभिन्न बदलवर आपण अगोदरच्या वर्गात चर्चा केली आहे. त्या बदलांना आपण भौतिक बदल आणि रासायनिक बदल मध्ये वर्गीकृत केलोत.

आपल्या दैनंदिन जीवनामध्ये खालील क्रियामध्ये होणाऱ्या बदलांविषयी विचार करा.

- आपल्या शरीरात अन्नाचे पचन होते.
- फटाके फुटतात.
- आपण श्वास घेतो.
- चुनखडीत पाणी मिळविलेले आहे.
- अंगुरांना पिकवणे.
- लोखंडी खिळे दिर्घकाळासाठी दमट वातावरणात ठेवलेले आहे.

कोणता बदल तुमच्या लक्षात येतो ? ते भौतिक बदल आहेत का ? रसायनिक बदल आहेत ? ते तात्पुरते बदल आहे का कायमचे बदल आहेत ?

वरील सर्व प्रक्रियेत, मुळ पदार्थाचा स्वभाव बदलत आहे. जर तयार झालेल्या नविन पदार्थाचे पुर्ण गुणधर्म त्या मुळ पदार्थाच्या गुणधर्मसारखे नसल्यास, तेव्हा रासायनिक बदल घडुन आला असे आपण म्हणतो.

- रासायनिक अभिक्रिया घडुन आली हे आपल्याला कसे माहित होते ? हे माहित करून घेण्यासाठी काही कृती करून पाहू या.

कृती 1

एका चंचुपात्रात 1ग्राम चुनखडी (कॅल्शीयम आक्साईड) घ्या. यात 10 मी.ली. पाणी मिळवा. तुमच्या बोटाने त्या चंचुपात्राला स्पर्श करा.

- तुमच्या काय लक्षात आले ?

तुम्ही चंचुपात्राला स्पर्श केला असता गरम वाटते का? या प्रक्रियेत कॅल्शीयम आक्साईड (चुनखडी) पाण्याशी अभिक्रिया केल्यामुळे उष्मा उर्जा उत्पन्न होते. कॅल्शीयम आक्साईड पाण्यात विरघळून रंगहिन द्रावण तयार होते. लिटमसच्या कागदाने द्रावणाचा स्वभाव तपासुन पाहा.

- द्रावणाचा स्वभाव कसा आहे?

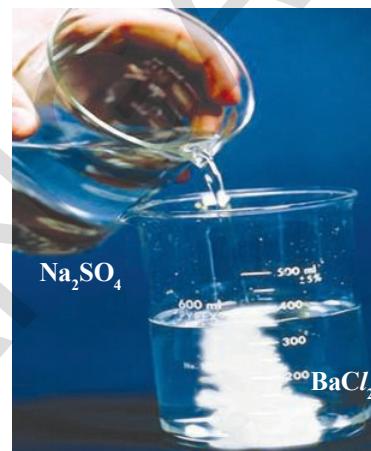
वरील द्रावणात लाल लिटमस कागद बुडविला असता तो निळा होतो. हे द्रावण आम्लारी द्रावण आहे.

कृती 2

एका चंचुपात्रात 100 मी.ली. पाणी घ्या आणि त्यात थोडे सोडीयम सल्फेट (Na_2SO_4) विरघळवा

दुसऱ्या चंचुपात्रात 100 मी.ली. पाणी घेऊन त्यात थोडे बेरीयम क्लोराईड (BaCl_2) विरघळवा. येणाऱ्या द्रावणाच्या रंगाचे निरिक्षण करा.

- वरील द्रावणाचे रंग कसे आहेत?
- येणाऱ्या द्रावणाला नाव देऊ शकता का? Na_2SO_4 द्रावणात BaCl_2 चे द्रावण मिळवा आणि निरिक्षण करा.
- या दोन्ही द्रावणांना मिळविल्यास काही बदल दिसुन आला का?



आकृती -1: बेरीयम सल्फेटच्या अवक्षेपाची निर्माती

कृती 3

एका शंक्वाकृती चंबुन (कोनीकल लफास्क conical flask) काही जस्ताचे कण घ्या. त्या शंक्वाकृती चंबुत 5 मी.ली. विरल हायड्रोक्लोरीक आम्ल मिळवा

- शंक्वाकृती चंबुतील बदलाचे निरिक्षण करा.
- कोणते बदल तुम्हाच्या लक्षात आले? आता एक जळती आगकाढी त्या शंकुच्या आकाराच्या चंबुच्या तोंडाजवळ न्या.
 - त्या जळत्या आगकाढीला काय होतो?
 - शंक्वाकृती चंबुच्या बुडाला बोटानी स्पर्श करा. तुम्हाला काय लक्षात येते?
 - तापमानात काही बदल होतो का?



आकृती -2: विरल HCl ची जस्ताशी क्रिया घडून हायड्रोजन वायुची निर्माती, त्याचे परिक्षण

वरील कृतीवरून तुम्ही निश्कर्ष काढता की,

1. मुळ पदार्थ त्याचे गुणधर्म वैशिष्टे सोडतात. म्हणुन ही उत्पादीते वेगवेगळ्या भौतिक अवस्थेत आणि रंगात असतात.

2. रासायनिक बदल हा उष्मादायी किंवा उष्माग्राही असतो. म्हणजेच ते उष्माउर्जा मुक्त केल्या जाते उष्मा उर्जा शोषण केल्या जाते.
 3. ते न विरघळणारे पदार्थ अवक्षेप तयार करतात.
 4. वायु मुक्त होईल.

आपल्या दैनंदिन जिवनात आपल्या भोवती विविध प्रकाराचे बदल घडुन येतांना आपण पाहिले. याधड्यात आपण विविध प्रकाराची रासायनिक अभिक्रिया आणि त्यांची संकेतीक दर्शविणक करणे याचा अभ्यास करणार आहोत.

रासायनिक समीकरणे (Chemical Equations)

कृती 1 मध्ये जेव्हा कॅल्यशीयम आकसाईड पाण्याशी क्रिया करते तेव्हा नविन पदार्थ तयार होतो. तो कॅल्यशीयम आकसाईड किंवा पाण्याच्या वेगाला असतो. कृती - 1 मधील विधानाच्या रासायनिक अभिक्रियेचे वर्णन थोडे मोठे आहे. याचे शब्दीक समीकरणात संक्षिप्त रुप खाली आहे.

वरील अभिक्रियेचे शाब्दीक रूप



(अभिक्रिया कारके)  (उत्पादक)

रासायनिक अभिक्रियेत रासायनिक बदलाचा अनुभव करणाऱ्या पदार्थाला अभिक्रिया कारके (*reactants*) म्हणतात, आणि येणाऱ्या नविन पदार्थाला उत्पादीते (*products*) म्हणतात.

रासायनिक अभिक्रियेला शाब्दीक समीकरणात लिहिल्यास झालेला रासायनिक बदल उत्पादकाच्या रूपात बाणाकृती चिन्हाने दाखविल्या जाते. बाणाकृती चिन्हाच्या डाव्या बाजुला अभिक्रिया कारके आणि अंतिम पदार्थ किंवा उत्पादक बाणाकृती चिन्हाच्या उजव्या बाजुला लिहिले जाते. बाणाकृती चिन्हाचे तोंड उत्पादकाकडे दाखविणे ही अभिक्रियेची दिशा दाखवते.

या अभिक्रियेत एका पेक्षा जास्त अभिकारके किंवा उत्पादकाचा संबंध असल्यास त्याला अधिक (+) चिन्ह मध्यात ठेवून दर्शवितो.

रासायनिक समीकरण लिहाणे (Writing a Chemical Equation)

- तुम्ही केलेल्या वरील चर्चेशिवाय इतर संक्षिप्त रूपात रासायनिक अभिक्रिया लिहू शकता काय?

रासायनिक समीकरण अगदी बरोबर आणि उपयुक्त असते जेव्हा आपण त्याचा वापर शब्दाच्या ऐवजी रासायनिक सूत्राचा वापर करतो.

साधारणत: रासायनिक सुत्रावरूनच संयुगे लिहिले आहे. ज्या मध्ये मुलदव्याच्या घटकाचे चिन्ह आणि संयुगातील प्रत्येक घटकातील अणुंची संख्या दर्शविण्यासाठी वर्गणी (Subscript)चा उपयोग होतो. जर वर्गणी न लिहिल्यास संख्या 1 समजावी. अशा प्रकारे आपण कॅल्यशीयम आकसाईड ला CaO , आणि पाणी H_2O आणि या दोन संयुगाच्या

अभिक्रियेने तयार झालेले संयुग कॅल्यशीयम हायड्राक्साईड Ca(OH)_2 आहे.

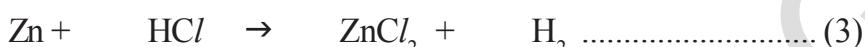
कॅल्शीयम आक्साईडची पाण्याशी अभिक्रिया अशी लिहिता येते.



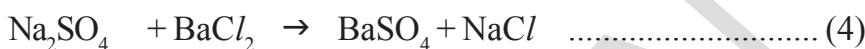
वरील रासायनिक समीकरणात बाणाच्या डाव्या आणि उजव्या बाजुला असलेल्या मुलद्रव्याच्या अणुची संख्या मोजा.

- दोन्ही बाजुकडील मुलद्रव्याच्या अणुची संख्या समान आहे का?

खालील अभिक्रिया आणि त्याच्या रासायनिक समीकरणाचे निरक्षण करा. जस्त धातु विरल HCl शी क्रिया करून ZnCl_2 आणि हायड्रोजन वायु सोडतो.



सोडीयम सल्फेट, बेरीयम क्लोराईडशी क्रिया करून पांढरे अवक्षेपण, बेरीयम क्लोराईड येते.



- समीकरणात डाव्या बाजुकडील प्रत्येक मुलद्रव्याचे अणु उजव्या बाजुकडील अणुच्या समान असते का?



विचार करा आणि लिहा

Ca(OH)_2 च्या द्रव मिश्रणानी तुम्ही तुमची भींत रंगबीली तर दोन दिवसानंतर ती पांढऱ्या रंगात बदलते.

- भींतीला चुन्ना लावण्याच्या प्रक्रियेत कोण-कोणत्या पायच्या आहेत?
- योग्य चिन्हाचा वापर करून रासायनिक समीकरण संतुलित करा.

रासायनिक समीकरणे संतुलीत करणे (Balancing Chemical Equations)

वस्तुमानाच्या अविनाशीत्वाच्या नियमानुसार, रासायनिक क्रियेत तयार झालेल्या उत्पादकाचे एकुण वस्तुमान वापरलेल्या अभिक्रिया कारकाच्या वस्तुमानाला समान असते. रासायनिक प्रक्रियेत भाग घेणाऱ्या मुलद्रव्याचा सर्वांत लहान कण म्हणजे अणु होय. हा अणु पदार्थाच्या वस्तुमानासाठी महत्वाचा आहे. प्रत्येक मुलद्रव्याचा अणुची संख्या क्रिया होण्यापुर्वी आणि क्रिया झाल्यानंतर सारखीच असायला पाहिजे.

सर्व रासायनिक समीकरणे संतुलीत असायला हवी कारण, रासायनिक क्रियेत अणु तयार होत नाही आणि अणु नाश पण पावत नाहीत. रासायनिक समीकरणात अभिक्रिया कारकाच्या बाजुला असलेली भिन्न मुलद्रव्याच्या अणुची संख्या (डावी बाजु) ही त्याच्या उत्पादकाच्या बाजुला असलेल्या (उजवी बाजु) मुल द्रव्याच्या अणुच्या संख्येला समान असते. यालाच संतुलीत अभिक्रिया (*balanced reaction*) असे म्हणतात.

रासायनिक समीकरणाला संतुलीत करण्यासाठी प्रत्येक पदार्थाच्या किती सुत्र रूप एककानी (**formula units**) भाग घेतला हे माहित करावे लागते. सुत्ररूप एकक हे नाव आहे. ते एक एकक अणु आणि आयन, किंवा रेणु- दिलेल्या सुत्राचे संगत सुत्र.

उदा. NaCl चे एक सुत्ररूप एकक Na^+ आयन आहे. आणि Cl^- हा MgBr_2 चे एक सुत्ररूप एकक आहे. हे Mg^{2+} आयन आणि दोन Br^- आयन आहे. पाण्याचे एकसुत्र एकक हे एक H_2O रेणु आहे.

व्यवस्थित पद्धतीने रासायनिक समीकरण संतुलीत करू या.

यासाठी हायड्रोजन ची क्रिया आक्सीजनशी घेऊन पाणी तयार होते. हे उदाहरण घेऊ

पायरी1: प्रत्येक अभिक्रिया कारके आणि उत्पादकाचे समीकरण अचुक सुत्रासह लिहा.

उदा: हायड्रोजनची आक्सीजनशी क्रिया होऊन पाणी बनते. तुम्ही याचे रसायनिक समीकरण खालील प्रमाणे लिहु शकता.



मुलद्रव्ये	अणुंची संख्या	
	डा.बा.	उ.बा.
H	2	2
O	2	1

पायरी 2: पदार्थाचे रेणु सुत्र लिहिल्यानंतर समीरकणाला संतुलीत करावे लागते. यासाठी पदार्थाच्या रेणुमधील अणुच्या गुणोत्तराला स्पर्श न करता सुत्रासमोर योग्य संख्या सहगुणक म्हणुन ठेवली पाहिजे.

वरील समीरकणात हायड्रोजनच्या रेणुसुत्रा समोर 2 आणि पाण्याच्या रेणुसुत्रा समोर सुधा 2 ठेवा. हायड्रोजन आणि आक्सीजन या दोन्ही मुलद्रव्याचे अणु समान आहे किंवा नाही हे माहित करा. किंवा दोन्ही बाजुस फरक आहे याचे निरक्षण करा. ते दोन्ही बाजुस समान संख्येत आहे. म्हणुन समीकरण संतुलीत होते.



पायरी 3: कधी कधी सर्व पदार्थाचे सहगुणक योग्य संख्येत विभाजन होण्याची शक्यता आहे. क्रिया कारके आणि उत्पादकाच्या सहगुणकाचे सर्वात लहान गुणोत्तर हवे असल्यामुळे वरील क्रिया घडते. जर समाईक घटक नसल्यास तेथे समीकरणाचे विभाजन करण्याची गरज पडत नाही. वरील उदाहरणात पदार्थाच्या सहगुणकाचे विभाजन करायची गरज नाही.

पायरी 4: समीकरणाच्या दोन्ही बाजुच्या अणुला संतुलीत करून समीकरणाची तपासणी करा. वरील समिकरण (6) हे संतुलीत समीकरण आहे.

समीकरणे संतुलीत करी करतात हे काही उदाहरणे घेऊन पाहू या.

उदा-1 : प्रोपेनचे (C_3H_8) ज्वलन(Combustion of propane (C_3H_8)

प्रोपेन C_3H_8 हा रंगहिन वास नसणारा वायु आहे. याचा वापर नेहमी आपण तापविण्यासाठी आणि स्वयंपाकासाठी इंधन म्हणुन वापर करतो. प्रोपेनच्या ज्वलन क्रियेचे रासायनिक समीकरण लिहा. प्रोपेन आणि आक्सीजन ही अभिक्रिया कारके आहेत आणि कार्बन डायआक्साईड व पाणी उत्पादके आहेत.

अभिक्रियेला संज्ञारूपी पदात लिहा आणि पदार्थाचे संबंध लिहून मागील चर्चेत वर्णण केलेल्या चार पायऱ्यचे अनुसरून करा.

पायरी 1: सर्व पदार्थाचे अचुक सुत्र वापरून असंतुलीत समीकरण लिहा.



(मुलभुत समीकरण)

नोट: असंतुलीत रासायनिक समीकरणात असलेल्या पदार्थाच्या रेणु सुत्रांना मुलभुत समीकरण (*skeleton equation*) असे म्हणतात.

पायरी 2: दोन्ही बाजुकडील अणुंच्या संख्येची तुलना करा.

समीकरणाला संतुलीत करणारे सहगुणक माहित करा. या संदर्भात, जास्त कठिण पदार्थापासून

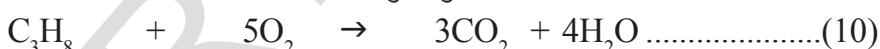
C_3H_8 सुरु करणे सोयीस्कर राहील. मुलभुत समीकरणाकडे पाहून त्या समीकरणाच्या डाव्या बाजुला 3 कार्बनचे अणु परंतु उजव्या बाजुला फक्त 1 कार्बनच्या अणुची नोंद करा. जर आपण उजव्या बाजुला CO_2 मध्ये 3 सहगुणक मिळविल्यास कार्बन अणु संतुलीत होतात.



आता हायड्रोजन अणुकडे पाहू या. समीकरणाच्या उजव्या बाजुला 8 हायड्रोजनचे अणु आणि डाव्या बाजुला 2 अणु आहेत. उजव्या बाजुला H_2O मध्ये सहगुणक 4 मिळविल्यास हायड्रोजनचे अणु संतुलीत होतात.



शेवटी आक्सीजनच्या अणुकडे पहिल्यास समीकरणाच्या डाव्या बाजुला 2 आक्सीजनचे अणु परंतु उजव्या बाजुला 10 आक्सीजनचे अणु आहे. डाव्या बाजुला O_2 मध्ये सहगुणक 5 मिळविला असता. आक्सीजनचे अणु संतुलीत होतात.



पायरी 3: सहगुणक त्याच्या सर्वात लहान पुर्ण संख्येच्या किंमतीत घटले पाहिजे. खरे म्हणजे समीकरण (10) मधील सहगुणक लहान पुर्ण संख्येत आहे. त्याच्या सहगुणकांना कमी करण्याची गरज नाही. परंतु प्रत्येक रासायनिक क्रियेत साध्य नाही. समजा तुम्हाला खाली दिल्या प्रमाणे समीकरण आले आहे.



- नियमाप्रमाणे हे संतुलीत समीकरण आहे का?
- तुम्ही कशावरून म्हणता?

समीकरण (11) हे जर संतुलीत असले, तरी त्याचे सहगुणक सर्वात लहान पुर्ण संख्येत नाही. शेवटचे (अंतीम) समीकरण येण्यासाठी समीकरण (11) च्या सर्व सहगुणकांना 2 नी भाग देणे गरजेचे आहे.



मुलद्रव्य	अणुंची संख्या	
	डावी बाजु	उजवी बाजु
C	3 (in C_3H_8)	1 (in CO_2)
H	8 (in C_3H_8)	2 (in H_2O)
O	2 (in O_2)	3 (in $\text{CO}_2\text{H}_2\text{O}$)

पायरी 4: उत्तराची तपासणी करा. समीकरणाच्या दोन्ही बाजु वरील अणुंची संख्या आणि अणुंचे प्रकार मोजून ते सारखे आहे किंवा नाही याची खात्री करून घ्या.

उदा-2:

आयर्न आक्साइड अल्युमीनीयमशी क्रिया करून आयर्ण आणि अल्युमिनीयम इय आक्साइड तयार होतात. ही अभिक्रिया दाखविण्यासाठी आणि संतुलीत करण्यासाठी रासायनिक समीकरण लिहा.

पायरी 1: सर्व अभिक्रिया कारके आणि उत्पादकांसाठी अचुक रासायनिक चिन्हाचा आणि सुत्राचा उपयोग करून समीकरण लिहा.



पायरी 2: दोन्ही बाजुकडील प्रत्येक मुलद्रव्याच्या अणुंची संख्या समान करण्यासाठी अभिक्रिया कारके आणि उत्पादकाचे उपयुक्त सहगुणक माहित करा.

i. समीकरण (13) च्या दोन्ही बाजुवरील प्रत्येक मुलद्रव्याच्या अणुंच्या संख्याची तपासणी करा.

मुलद्रव्ये	अभिक्रिया कारकातील अणुंची संख्या	उत्पादकामधील अणुंची संख्या
Fe	2 (in Fe_2O_3)	1 (in Fe)
O	3 (in Fe_2O_3)	3 (in Al_2O_3)
Al	1 (in Al)	2 (in Al_2O_3)

वरील समीकरण (13) मध्ये दोन्ही बाजुला आकसीजन अणुंची संख्या समान आहे. उरलेल्या अणुंना आपण संतुलीत करायला हवे.

ii. डाव्या बाजुला (अभिक्रिया कारकाच्या बाजुला) 2 Fe चे अणु आहेत. एक Fe अणु उजव्या बाजुला (उत्पादकाच्या बाजुवर) आहे. Fe अणुला संतुलीत करण्यासाठी उत्पादकाच्या बाजुकडील Fe ला 2 ने भागले पाहिजे.

आता, संतुलीत झालेले समीकरण



iii. वरील समीकरण (14) मध्ये अल्युमिनीयमच्या अणुंची संख्या असंतुलीत आहे. तेथे डाव्या बाजुला 1 'Al' अल्युमीनीयमच्या अणुंची आणि उजव्या बाजुला 2 'Al' अल्युमीनीयमचे अणु (Al_2O_3) मध्ये आहे. 'Al' अणुंना दोन्ही बाजुला संतुलीत करण्यासाठी 'Al' ला 2 ने बाणाकृती चिन्हाच्या डाव्या बाजुला गुणाकार करावा लागतो.

आता, थोडेसे संतुलीत केलेले समीकरण



वरील समीकरण (15) मध्ये बाणाकृती चिन्हाच्या दोन्ही बाजुला असलेल्या प्रत्येक मुलद्रव्याच्या अणुंची संख्या सारखी आहे. हे संतुलीत रसायनिक समीकरण आहे.

पायरी 3: वरील समीकरण (15) हे संतुलीत आहे आणि सहगुणक सुधा सर्वात लहान पुर्ण संख्या आहेत.

पायरी 4: शेवटी संतुलीत समीकरणाचा अनुकपणा तपासण्यासाठी समीकरणाच्या दोन्ही बाजूवरील प्रत्येक मुळद्रव्याच्या अणुंची संख्या मोजा.



मुलदव्ये	अभिक्रियाकारकेची अणुंची संख्या	उत्पादकातील अणुंची संख्या
Fe	2 (in Fe_2O_3)	2(in Fe)
O	3 (in Fe_2O_3)	3(in Al_2O_3)
Al	2 (in 2 Al)	2(in Al_2O_3)

(सुचना: वरील संतुलनाच्या पद्धतीला चुक नाहीशी होईपर्यंत चाचणी चालु ठेवण्याची पद्धत (trial and error) म्हणतात. कधी कधी तुम्हाला समीकरण संतुलीत करतांना जास्त काळजी घ्यावी लागते.)

रासायनिक समीकरणे जास्त माहितीपूर्ण बनविने (Making Chemical Equations more informative)

अभिक्रिया कारके आणि उत्पादके यांच्या खालील गुणधर्माना (वैशिष्टे) व्यक्त केले पाहिजे.

- i. भौतिक अवस्था
 - ii. उष्णतेत बदल(उष्मादायी किंवा उष्माग्राही बदल)
 - iii.मुक्त वायु (कोणताही असल्यास)
 - iv. तयार झालेले अवक्षेप (काही असल्यास)

i. भौतिक अवस्थेत व्यक्तीकरणे (Expressing the physical state) :

रासायनिक समीकरणाला जास्त माहितीपुर्ण बनविण्यासाठी, पदार्थाच्या भौतिक अवस्थेचा त्याचा रासायनिक सुत्रासह उल्लेख केला पाहिजे. वायु, द्रव आणि घनरूप अवस्था अनुक्रमे (g),(l),आणि (s) व्दारे दर्शविल्या जाते. जर पदार्थ पाण्याच्या द्रावणासारखा असल्यास त्यास जलयुक्त हा शब्द लिहिला आहे. संक्षिप्त रूपात त्यास (g) लिहितात.

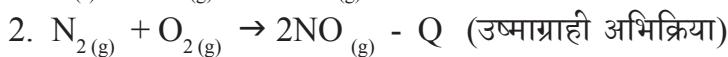
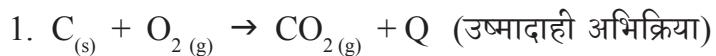
संतुलीत समीकरण (16) ला त्याच्या भौतिक अवस्थेसह असे लिहितात.



आ.३:(अ) घन अवस्थेतील अल्युनिमीयम

आ.३:(ब) घन अवस्थेतील लोंखड

ii. उष्णतेमधील बदल व्यक्त करणे(Expressing the heat changes):
उष्मादायी अभिक्रियेत उष्णता मुक्त होते आणि उष्माग्राही अभिक्रियेत उष्णता शोषल्या जाते. खालील उदाहरणे पाहा.

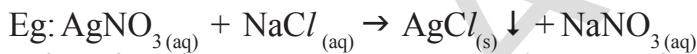


'Q' ही उष्माउर्जा उत्पादकाच्या बाजुला उष्मादायी अभिक्रियेसाठी '+' या चिन्हाने दाखविली आहे. आणि उष्माग्राही अभिक्रियेसाठी उत्पादकाच्या बाजुला '-' या चिन्हाने दाखविली आहे.

iii. वायुमुक्त होणे व्यक्त करणे (Expressing the gas evolved): जर अभिक्रियेत वायुमुक्त झाल्यास त्याला वरच्या बाणीकृती ' \uparrow ' किंवा (g) ने दाखवितात.

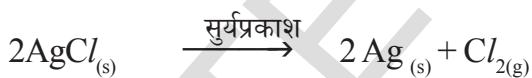


iv. अवक्षेपणाला व्यक्त करणे (Expressing precipitate formed) : जर अभिक्रियेत अवक्षेप तयार झाल्यास त्या बाणाला खालच्या दिशेने दाखवितात.



कधी कधी समीकरणात तापमान, दाब, उत्प्रेरक इत्यादी क्रियेच्या अटी वरच्या दिशेने / खालच्या दिशेने बाणाने दर्शवितो.

उदाहरणार्थ



संतुलीत रासायनिक समीकरणाचे स्पष्टीकरण (Interpreting a balanced chemical equation)

i. रासायनिक समीकरण त्याच्या संज्ञा आणि सुत्रावरून अभिक्रियाकारके आणि उत्पादका बद्दल माहिती देते.

ii. हे समीकरण अभिक्रियाकारके आणि उत्पादकाच्या अणुंचे गुणोत्तर देते.

iii. रेणुच्या वस्तुमानाला एकिकृत वस्तुमानात (Unified Masses) (U) व्यक्त केल्यामूळे अभिक्रिया कारकाच्या आणि उत्पादकाच्या सापेक्ष वस्तुमान समीकरणावरून जाणुन घेता येते.

iv. जर वस्तुमानाला ग्रम मध्ये व्यक्त केल्यास समीकरणावरून सुधा अभिक्रियाकारक आणि उत्पादकाचे ग्रम रेणु गुणोत्तर मिळते.

v. जर वायु मुक्त झाल्यास, आपण त्यांच्या वस्तुमानाला त्यांच्या घनफलाशी समान करू शकतो आणि मोलार वस्तुमान आणि मोलार आकारमानातील संबंधाचा वापर करून तापमान आणि दाबाच्या दिलेल्या अटीवर माहित करता येते.

vi. मोलार वस्तुमान आणि एवागाड्रो च्या संख्येवरून समीकरणातील वेगवेगळ्या रेणु

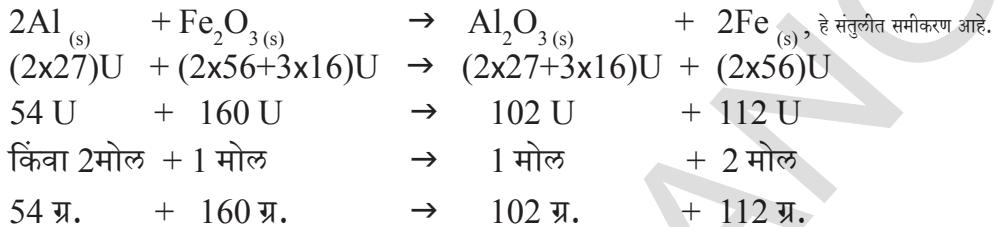
आणि अणुंची संख्या माहित करता येतो.

यावरून अभिक्रिया कारक आणि उत्पादकाच्या सापेक्ष वस्तुमानाविषयी माहिती मिळते. समीकरणावरून

- a) वस्तुमान - वस्तुमान संबंध
- b) वस्तुमान - घनफल संबंध
- c) घनफल - घनफल संबंध
- d) वस्तुमान - घनफल - रेणुसंख्या संबंध इत्यादी

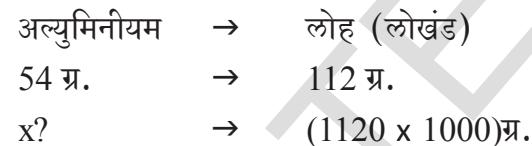


(Al चे अणु वस्तुमान = 27U, Fe = 56U, आणि O = 16U)



समजा वरील क्रियेवरून 1120 कि.ग्र. लोह येण्यासाठी किती प्रमाणात अल्युमिनीयमची गरज आहे. हे काढायचे आहे.

सोडवणुक : संतुलीत समीकरणानुसार



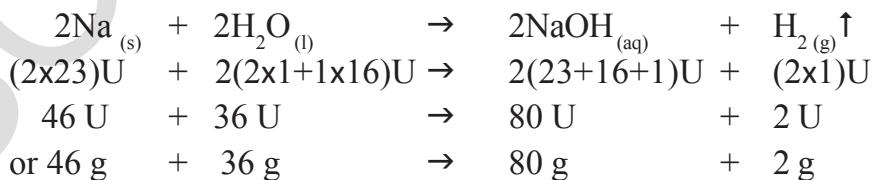
$$\therefore x \text{ g} = \frac{(1120 \times 1000) \text{ g} \times 54 \text{ ग्र.}}{112 \text{ ग्र.}}$$

$$\begin{aligned} &= 10000 \times 54 \text{ ग्र.} \\ &= 540000 \text{ ग्र. किंवा } 540 \text{ कि.ग्र.} \end{aligned}$$

∴ 1120 कि.ग्र. लोह येण्यासाठी 540 कि.ग्र. अल्युमिनीयमची आवश्यकता आहे.

उदा-2: 230 ग्र. सोडीयम, सामान्य तापमान आणि दाबावर अधीक पाण्याशी क्रिया केल्यानंतर मुक्त होणाऱ्या हायड्रोजनच्या रेणुचे वस्तुमान आणि घनफल माहित करा. (Na चे अणु वस्तुमान = 23U, O = 16U, आणि H = 1U)

वरील अभिक्रियेचे संतुलीत समीकरण



सोडवणुक : संतुलीत समीकरणावरून

Na च्या 46 ग्र. पासुन हायड्रोजनचे 2 ग्र. येते.

Na च्या 230 ग्र. पासुन _____? ग्र. हायड्रोजन येते.

$$\frac{230 \text{ g} \times 2\text{g}}{46 \text{ g}} = 10 \text{ हायड्रोजन ग्र}$$

सामान्य तापमान आणि दाबावर 1 ग्राम मोलार वस्तुमान म्हणजेच, सामान्य तापमान 273K आणि सामान्य दाब 1 बार, हे 22.4 लिटर व्यापते. यालाच मोलार घनफळ असे म्हणतात.

∴ 2.0 ग्र. हायड्रोजन हा STP वर 22.4 लिटर व्यापतो.

10.0 ग्र. हायड्रोजन हा? STP वर व्यापतो.

$$\frac{10.0 \text{ g} \times 22.4 \text{ लिटर}}{2.0 \text{ g}} = 112 \text{ लिटर}$$

हायड्रोजनचे दोन ग्रम म्हणजेच, H_2 च्या 1 मोलात 6.02×10^{23} (N_A) रेणु असतात.

10 ग्र. हायड्रोजन मध्ये?

$$\frac{10.0 \text{ g} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ रेणु}}{2.0 \text{ ग्र.}}$$

$$= 30.10 \times 10^{23} \text{ रेणु}$$

$$= 3.01 \times 10^{24} \text{ रेणु}$$

उदा-3: जर 50 ग्राम $CaCO_3$ ची क्रिया सौम्य हायड्रोक्लोरीक आम्ल ज्यात 7.3 ग्राम विरघळलेले HCl वायु याच्याशी सामान्य दाब आणि तापमान या स्थितमध्ये झाली असता CO_2 वायु मुक्त झाला तर त्याचे घनफळ आणि मुलद्रव्यांची संख्या माहिती करा ? वरील क्रियेसाठी रासायनिक समीकरण



समीकरणाच्या मीटर मापण पद्धतीवरून $CaCO_3$ चे 100 ग्राम, HCl चे 73 ग्राम सोबत क्रिया करून CO_2 चे 44 ग्राम मुक्त करते.

वरील गणीतात $CaCO_3$ चे 50 ग्राम आणि HCl मध्ये असलेले 7.3 ग्राम घेतले आहे.

$CaCO_3$ चे 100 ग्रामला HCl चे 73 ग्रामची आवश्यकता आहे आणि $CaCO_3$ च्या 50 ग्रामला HCl चे 36.5 ग्रामचे आवश्यकता आहे. पण HCl चे फक्त 7.3 ग्राम उपलब्ध आहे.

CO_2 तयार होणे हे HCl वर अवलंबुन आहे जे की कमी प्रमाणात आहे. $CaCO_3$ जास्त प्रमाणात आहे पण त्यावर अवलंबुन नाही.

रासायनिक अभिक्रियेत भाग घेणारा जर कमी प्रमाणात असेल तर त्याला मर्यादित अभिकारक म्हणतात. जे की तयार झालेले पदार्थ मर्यादित असते.

म्हणुन आपण लिहू शकतो की,

HCl चे 73 ग्राम → CO_2 चे 44 ग्राम

HCl चे 7.3 ग्राम - ?

$$\frac{7.3 \text{ g} \times 44 \text{ g}}{73 \text{ g}} = 4.4 \text{ g}$$

CO_2 चे 44 ग्राम STP वर $22.4L$ जागा व्यापते.

CO_2 चे 4.4 ग्राम किती व्यापते ?

$$\frac{4.4\text{g} \times 22.4L}{44\text{g}} = 2.24L$$

CO_2 चे 44 ग्राम मध्ये CO_2 चे 6.023×10^{23} रेणु असतात.

4.4 ग्राम मध्ये किती रेणु असतात.

$$\frac{4.4\text{g} \times 6.023 \times 10^{23}}{44\text{g}} = 6.023 \times 10^{22} \text{ रेणु}$$



महत्वाचे शब्द

अभिक्रियाकारके, उत्पादीके, उष्मादायी अभिक्रिया, उष्माग्राही अभिक्रिया, रासायनिक संयोग, रासायनिक अपघटन, विस्थापन अभिक्रिया, दुहेरी विस्थापन अभिक्रिया, आक्सीडीकरण, क्षापण, क्षरण, खवटपण, प्रेसीपीटेशन (साका), आक्सीडीकरण



आपण काय शिकलो ?

- रासायनिक समीकरण हे रासायनिक बदलच्या चिन्हातील दर्शवणुक आहे.
- रासायनिक संतुलित समीकरणे अभिक्रिया चालु असतांना अभिक्रियाकारके, उत्पादके आणि त्यांची भौतिक अवस्थाविषयी स्पष्ट करते.
- वस्तुमानाच्या अक्षयत्तेच्या (Conservation) च्या नियमानुसार रासायनिक समीकरणे नेहमी संतुलित असतात.
- ज्या अभिक्रियेत उष्ण ऊर्जा ही अभिक्रियकाढ्वारे शोषल्या जाते त्याला उष्णाग्राही अभिक्रिया म्हणतात आणि उष्मादायी अभिक्रियेत अभिक्रियकाढ्वारे उष्णता सोडली जाते.
- रासायनिक समीकरण संतुलित न करता फक्त मुलद्रव्याचे चिन्ह आणि पदार्थाच्या रेणुचे सुत्र असेल त्याला मुळे समीकरण म्हणतात.
- रासायनिक समीकरणाला संतुलित करतांना मुलद्रव्याचे चिन्ह आणि मिश्रणाचे सुत्र बदलत नाही फक्त त्याच्या सहगुणकात बदल होतो.
- सहगुणक हे पुर्णसंख्येत असते.



अभ्यासात सुधारणा करा

I. संकल्पनेवर प्रतिसंदर्भ

1. संतुलित रासायनिक समीकरणावरून तुम्हाला कोणती माहिती मिळते.
2. रासायनिक समीकरणांना संतुलीत का करावे ?
3. समीकरणांना संतुलित करा.

- a) $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- b) $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{O}_2$
- c) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + \text{KI} \rightarrow \text{HgI}_2 + \text{KNO}_3$
4. खालील रायानिक अभिक्रियेचे अभिक्रिया कारकाची भौतिक अवस्था आणि उत्यादके लिहुन समीकरणाला संतुलित करा?
- a) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{CO}_2$
- b) $\text{NH}_3 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{N}_2 + \text{NH}_4\text{Cl}$
- c) $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2$

II. संकल्पनेचे उपयोजन

1. खालील समीकरणाला चिन्हात दर्शवुन रासायनिक समीकरण संतुलित करा.
- a) कॅल्शीयम हायट्राक्साइड (aq) + नायट्रीक आम्ल $(\text{aq}) \rightarrow$ पाणी (l) + कॅल्शीयम नायट्रेट (aq)
- b) मँगेशियम (s) + आयोडीन $(\text{g}) \rightarrow$ मँगेशियम आयोडीन. (s)
2. खालील अभिक्रियेसाठी पदार्थाच्या भौतिक अवस्थेसह रासायनिक समीकरण संतुलीत करा? (AS1)
- a) सोडीयम क्लोराइडची हायड्रोक्लोरिक आम्लाशी क्रिया होऊन सोडीयम क्लोराइड आणि पाणी तयार होते.
- b) बेरीयम क्लोराइडशी सोडीयम सल्फेटच्या जलयुक्त द्रावणाची क्रिया होऊन न विरघळणारा बेरीयम सल्फेट आणि सोडीयम क्लोराइडचे जलयुक्त द्रावण येते.
3. कॉपर सल्फेट द्रावणासोबत पोटॅशियम सल्फेट आणि अमोनियम नायट्रेटची वेगवेगळी क्रिया केली. वरील अभिक्रियेसाठी संतुलित समीकरण लिहा.

III. उच्च विचार श्रेणीचे प्रश्न

1. CuCl_2 सुत्राचे 6.023×10^{22} द्रावण असलेले क्युप्रीक क्लोराइड सोबत झिंकच्या दोन रेणुसोबत क्रिया केली. किती कॉपरचे रेणु मिळतील?
- $$\text{Zn} (\text{s}) + \text{CuCl}_2 (\text{aq}) \rightarrow \text{ZnCl}_2 (\text{aq}) + \text{Cu} (\text{s})$$
2. STP ला दहन वर प्रोपेन (C_3H_8) चा एक रेणु A किलो ज्युस उष्ण ऊर्जा देतो. तर STP ला दहन वर प्रोपेनचा 2.4 लीटर किती ऊर्जा मुक्त करते?
3. 2.4 कि.ग्रा. च्या ग्राफाइटला कार्बनडायक्साइडमध्ये रूपांतर करण्यासाठी STP वर ऑक्सीजनचे किती वस्तुमान घनफळाची आवश्यकता आहे?

धडा

3

आम्ले, आम्लारी आणि क्षार (Acids, Bases and Salts)



7 व्या वर्गात तुम्ही आम्ले, अल्कली (आम्लारी) आणि क्षाराबद्दल शिकलात.

आम्लाची चव आंबट असते आणि निळ्या लिटमस कागदाला लाल करते. अल्कली(आम्लारी)ला स्पर्श केल्यास ते घसरल्या सारखे वाटते आणि ते लाल लिटमसला निळा करतो.

एखादा व्यक्ती आम्लपीत या समस्येने ग्रस्त झाल्यास तो अँटासीड टॉनिक किंवा चघळण्याची गोळी घेतो.

- यामुळे कोणते रासायनिक क्रिया घडते ?

निसर्गात आढळणारे लिटमस, लाल कोबीचा अर्क, हळदीचे द्रावण, रंगीत फुलांच्या पाकळीचा अर्क ज्यामध्ये कमजोर (अशक्त) आम्ल किंवा अल्कली संबंधीत रंगीत रेणु असतात. याचा उपयोग आम्ल- आम्लारी दशकि म्हणुन द्रावणाची आम्लता किंवा अल्कलीचा स्वभाव शोधण्यासाठी होतो. या सोबत मिथाईल ऑरेज(methyl orange) आणि फिनाप्थलीन (phenolphthalein) सारखे रासायनिक दशकि सुध्दा आम्ल - आम्लारीच्या स्वभावाचे परिक्षण करण्यासाठी उपयोगात येतात.

या धड्यात आम्ल-आम्लारी (अल्कली) च्या अभिक्रिये बद्दल तुम्ही अभ्यास करणार आहेत. आम्ल आम्लारी कसे तटस्थ करतात ? आपल्या दैनंदिन जिवनात उपयोग करणाऱ्या काही मजेदार कृती आपण पाहातो. याचा सुध्दा आपण अभ्यास करणार आहोत.

(?) आपणास माहित आहे काय ?

लिटमस द्रावण हे लिंचेन पासुन काढलेले आहे. लिंचेन (lichen) चा थायोफायटाशी संबंध आहे. याचा वापर दशकि म्हणुन होतो. तटस्थ द्रावणात लिटमसचा रंग जांभळा असतो. हायड्रोजीया(Hydrangea) पेटुनिया आणि जेरेनियम(Petunia and Geranium) या सारख्या फुलांचा रंगीत पाकळ्याचा उपयोग दशकि म्हणुन होतो.

आम्ल आणि आम्लारीचे रासायनिक गुणधर्म (Chemical properties of Acids and Bases)

विविध प्रयोगशाळेतील पदार्थांचे दशकी सोबत प्रतिक्रिया

कृती 1

विज्ञान प्रयोगशाळेतुन खालील नमुने गोळा करा. हायड्रोक्लोरिक आम्ल (HCl), सल्फुरिक आम्ल (H_2SO_4), नायट्रीक आम्ल (HNO_3), एसीटीक आम्ल (CH_3COOH), सोडीयम हायड्राक्साईड ($NaOH$), कॅल्शीयम हायड्राक्साईड [$Ca(OH)_2$], मॅग्नेशियम हायड्राक्साईड [$Mg(OH)_2$], अमोनीयम हायड्राक्साईड (NH_4OH) आणि पोटॅशियम हायड्राक्साईड (KOH), वरील पदार्थांचे विरल द्रावण तयार करा.

चार वॉच ग्लास घ्या आणि पहिल्या द्रावणाचा एक थेंब प्रत्येक वॉच ग्लास मध्ये टाका आणि द्रावणाचे परिक्षण खालील प्रमाणे करा.

- पहिल्या वॉच ग्लास मध्ये निळा लिटमसचा कागद बुडवा
- दुसऱ्या वॉच ग्लास मध्ये लाल लिटमसचा कागद बुडवा.
- तिसऱ्या वॉच ग्लास मध्ये मिथाईल ऑरेजचा थेंब टाका आणि
- चौथ्या वॉच ग्लास मध्ये फिनाप्थलीनचा थेंब टाका.

त्याच्या रंगाच्या बदलाचे निरिक्षण करा आणि तत्ता - 1 मध्ये नमुद करून त्याचे निरिक्षण करा.

तत्ता-1

अ.क्र.	नमुना द्रावण	लाल लिटमसचा निळा कागद	लिटमसचा कागद	फिनाप्थलीनचे द्रावण	मिथाईल ऑरेंज द्रावण
1	HCl				
2	H_2SO_4				
3	HNO_3				
4	CH_3COOH				
5	$NaOH$				
6	KOH				
7	$Mg(OH)_2$				
8	NH_4OH				
9	$Ca(OH)_2$				

- तत्ता-1 मधील नमुद केलेल्या निरिक्षणावरून तुम्ही काय निष्कर्ष काढता?
- नमुन्याची ओळख आम्लाता किंवा आम्लारी द्रावण म्हणुन करा.

आम्ल आणि आम्लारीच्या माध्यमात बदलणारे काही पदार्थ आहेत त्यास ओल्फक्टरी दशकी (olfactory indicators) असे म्हणतात.

अशा प्रकारच्या काही दशकांसोबत काम करू या.

कृती 2

- चांगल्या रितीने कापलेल्या कांद्याच्या तुकड्यांना एका प्लास्टीक पिशवीत कापडासोबत ठेवा. त्या पिशवीला घटू बांधुन रात्रभर फ्रिजमध्ये ठेवा. आता त्या कापडाच्या तुकड्याला आम्ल आणि आम्लारीच्या परिक्षणासाठी उपयोग करू शकतो.
- कापड्याच्या तुकड्याच्या वासाची तपासणी करा.
- त्यापैकी एका तुकड्यावर विरल हायड्रोक्लोरिक आम्लाचे HCl काही थेंब टाका. दुसऱ्या कापडाच्या तुकड्यावर विरल $NaOH$ चे थेंब टाका.
- दोन्ही कापडाच्या तुकड्यांना वेगवेगळे उर्ध्वपातन केलेल्या पाण्याने धुतल्यानंतर त्यांच्या वासाची तपासणी करून निरिक्षणाची नोंद करा.
- काही प्रमाणात लंवगांचे तेल आणि वनीला सुवासीक द्रव्य घ्या.
- एका परिक्षा नळीत विरल HCl आणि दुसऱ्या परिक्षा नळीत विरल $NaOH$ घ्या. दोन्ही परिक्षा नळीत विरल वनीला सुगंधीत द्रवाला मिळवुन चांगले हलवा. त्याच्या वासाची परिक्षा करून तुमच्या निरिक्षणाची नोंदणी करा.
- विरल HCl आणि विरल $NaOH$ च्या मदतीने लंवगाच्या तेलाच्या बदलेल्या वासाचे परिक्षण करा आणि तुमच्या निरिक्षणाची नोंद करा.

तुमच्या निरिक्षणावरून कांदा, वनिला सुंगंधीत (vanilla essence) द्रव आणि लंवगाचे तेल(clove oil) यापैकी कोणते ऑल्फॅक्टरी सुचक म्हणुन वापरतात.

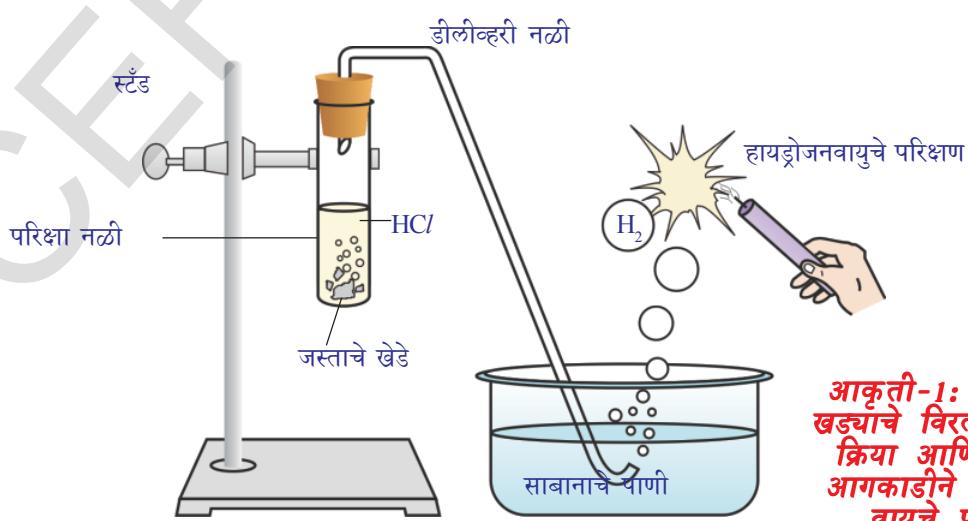
- वरील कृतीवरून तुम्ही काय निष्कर्ष काढाल?
- दैनंदिन जिवनात ऑल्फॅक्टरी सुचकाचा उपयोग कळविणारे उदाहरण तुम्ही देऊ शकता का? तुमच्या शिक्षकांची चर्चा करा.

लोणचे आणि आंबट पदार्थ पितळाच्या आणि तांबाच्या पात्रातसाठा करून का ठेवत नाही?

आम्ल आणि आम्लारीशी धातुची अभिक्रिया



प्रयोगशाळा कृती



आकृती-1: जस्ताच्या खड्याचे विरल HCl शी क्रिया आणि जळत्या आगकाढीने हायड्रोजन वायुचे परिक्षण

आवश्यक सामुग्री : परिक्षा नळी, डिलीवरी ट्युब, काचेची उथळ पात्र, मेणबत्ती, साबनाचे पाणी, विरल HCl, आणि जस्ताचे खडे(दाणे)

पद्धत : आकृती - 1 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे उपकरणाला जोडा.

- 10 मी.ली. विरल HCl परिक्षा नळीत टाका आणि त्यात काही जस्ताचे दाणे मिळवा.
- जस्ताच्या पृष्ठभागावर तुमच्या निरिक्षणास काय आले?
- मुक्त झालेला वायु साबनाच्या पाण्यासोबत पाठवा.
- साबणाच्या द्रावणात बुडबुडे का निर्माण होतात?
- वायु समोर एक जळती मेणबत्ती न्या.
- तुम्हाला काय दिसुन येते.

तुमच्या लक्षात येईल की, मुक्त झालेली हवा टप असा आवाज निर्माण करत जळते यावरुन जळणारा वायु हायट्रोजन H₂ आहे असे सांगु शकतो.

वरील कृत्याची रासायनिक अभिक्रिया खाली आहे.



वरील प्रयोग H₂SO₄ आणि HNO₃ या सारख्या आम्लाचा वापर करून पुन्हा करा.

- तुम्ही या संदर्भात काय निरिक्षण केले?

वरील कृतीवरुन तुम्ही निष्कर्ष काढु शकता की, जेव्हा आम्ल धातुशी क्रिया करते. तेव्हा H₂ वायु मुक्त होतो.

सावधान : या कृतीसाठी शिक्षकांची मदत आवश्यक आहे.

कृती 3

जस्ताचे काही दाणे त्यापैकी एक परिक्षा नळीत घेऊन त्यात 10 मी.ली. सोडीयम हायट्रोक्साईडचे (NaOH) द्रावण मिळवा. परिक्षा नळीला तापवा.

उरलेल्या पायच्या कृती - 2 मधील पायच्या प्रमाणेच करा आणि तुमच्या निरिक्षणाची नोंद करा.

या कृतीमध्ये सुध्दा मुक्त होणारा वायु हायट्रोजन (H₂) आहे. आणि तयार झालेले क्षार हे सोडीयम झिंकेट आहे. हे तुमच्या लक्षात येते.

ही रासायनिक क्रिया खालील प्रमाणे लिहिता येते.



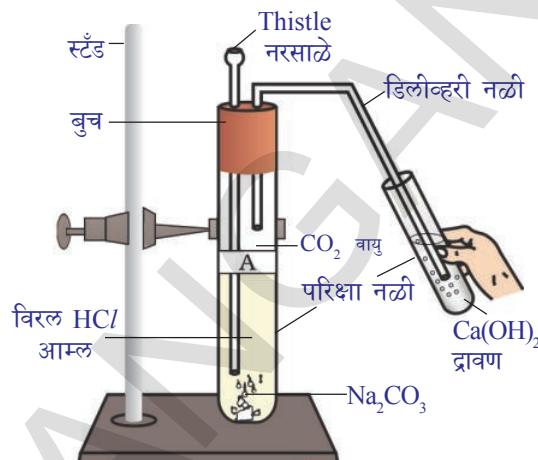
(सोडीयम झिंकेट)

अशी रासायनिक क्रिया सर्व धातुशी होणे शक्य नाही.

कार्बोनेट आणि लोह हायड्रोजन कार्बोनेटची आम्लाशी क्रिया

कृती 4

- दोन परिक्षा नळ्या घ्या आणि त्यावर A आणि B नावे द्या. A परिक्षा नळीत 0.5 ग्र. सोडीयम कार्बोनेट (Na_2CO_3) आणि B परिक्षा नळीत 0.5 ग्र. सोडीयम हायड्रोजन कार्बोनेट (NaHCO_3) घ्या.
- दोन्ही परिक्षा नळीत 2 मी.ली. विरल हायड्रोक्लोरिक आम्ल (HCl) मिळवा.
- तुमच्या निरिक्षणास काय आले?
- आकृती 2 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे दोन्ही परिक्षा नळीतुन उत्पन्न झालेला वायु चुन्याच्या निवळी व्दारे आत पाठवा.



आकृती-2: $\text{Ca}(\text{OH})_2$ द्रावणातुन CO_2 वायु जाणे

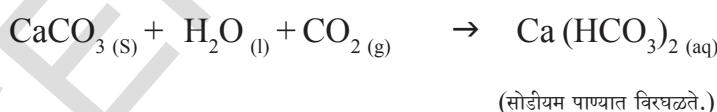
वरील कृतीमधील होणारी अभिक्रिया खालील प्रमाणे आहे.



मुक्त झालेला वायु चुन्याच्या निवळीव्दारे पाठवील्यास



अधिक प्रमाणात कार्बन डायआक्साईड पाठविल्यामुळे खालील अभिक्रिया घडून येतो.



अशा तंहेने वरील कृत्यावरून तुम्ही निष्कर्ष काढु शकता की, लोह कार्बोनेट आणि हायड्रोजन कार्बोनेट आम्लाशी क्रिया होऊन त्यांच्या क्षाराशी कार्बन डायआक्साईड आणि पाणी तयार होते. आपण या रासायनिक अभिक्रियाच्या सामान्य रूपाला खाली दाखविल्याप्रमाणे लिहू शकतो.



उदासिनीकरण क्रिया (Neutralization reaction)

कृती 5

आम्ल - आम्लारी(उदासिनीकरण) अभिक्रिया Acid – base (Neutralization) reaction

एका परिक्षा नळीत 2 मी.ली. विरल NaOH द्रावण घेऊन त्यात फिनोप्थलीन दर्शकाचा एक थेंब मिळवा. त्यात होणाऱ्या रंग परावर्तनाचे निरिक्षण करा.

- वरील द्रावणात विरल HCl थेंब थेंब टाकत जा. त्या द्रावणाच्या रंगात काही बदल झाला आहे का?

- HCl मिळविल्यानंतर त्या द्रावणाचा रंग का बदलतो?
 - आता वरील मिश्रणात NaOH चे एक किंवा दोन थेंब टाका.
- गुलाबी रंग पुन्हा परत येतो का?
- गुलाबी रंग पुन्हा येणाऱ्या कारणाचा तुम्ही अंदाज लावु शकता का?

वरील कृती मध्ये तुम्हाला दिसुन येते की, HCl मिळविल्यानंतर गुलाबी रंग नाहीसा होतो कारण NaOH ने पुण्पिणे HCl शी क्रिया केली आहे. आम्लामुळे आम्लारीचा प्रभाव नष्ट होतो. NaOH मिळविल्यास गुलाबी रंग पुन्हा दिसुन येतो कारण ते द्रावण पुन्हा एकदा आम्लारी बनते. वरील कृती मधील आम्ल आणि आम्लारी मधील होणाऱ्या क्रियेला खालील प्रकारे लिहू शकतो.



आम्लाची आम्लारीशी झालेल्या क्रियेमुळे क्षार आणि पाणी तयार होते. यालाच उदासिनीकरण असे म्हणतात.



विचार करा आणि चर्चा करा

- एंटासिड गोळीत असणारा पदार्थ आम्ल धर्मी आहे का आम्लारी धर्मी आहे?
- एंटासिड गोळी घेतल्यानंतर पोटात कोणत्या प्रकाराची क्रिया घडते?

लोह आक्साईडची आम्लाशी अभिक्रिया Reaction of metal oxides with acids

कृती 6

- एका चंचुपात्रात काही प्रमाणात कॉपर आक्साईड घेऊन त्यात विरल हायड्रोक्लोरीक आम्ल हल्लूहल्लू मिळवित ढवळा. द्रावणात होणाऱ्या बदलाचे निरिक्षण करा.
- द्रावणाच्या रंगाची नोंद करा.

- वरील क्रियेत तुम्हाला काय निरिक्षणास आले?

चंचुपात्रात असलेले कॉपर आक्साईड, विरल HC_l मध्ये विरघळते आणि त्या द्रावणाचा रंग निळसर हिरवा होतो. या होणाऱ्या बदलाचे कारण त्या क्रियेत तयार होणारा कॉपर (II) क्लोराईड आहे. साधारण लोह आक्साईड आणि आम्लामधील क्रिया खालील प्रमाणे लिहिता येते.



कॉपर आक्साईड आणि HC_l मधील अभिक्रियेचे समीकरण लिहुन त्यास संतुलीत करा.

वरील अभिक्रियेत लोह आक्साईडची आम्लाशी क्रिया होऊन क्षार आणि पाणी मिळते. ही अभिक्रिया आम्लारी आणि आम्लाच्या क्रिये सारखीच आहे. हे आपण कृती 1 मध्ये पाहिलेत.

- कृती -5 आणि 6 वरून तुम्ही काय निष्कर्ष काढला?

दोन्ही अभिक्रियेत क्षार आणि पाणी हे उत्पादीते आहेत. लोह आक्साईड आणि लोह हायड्रोइडची आम्लाशी क्रिया झाली. तेव्हा लवणे आणि पाणी मिळते. अशातच्याने आपण निष्कर्ष काढतो की, लोह आक्साईड हे लोह हायड्रोक्साईड सारखे आम्लारी धर्मी असतात.

अधातु आक्साईडची आम्लारीशी अभिक्रिया

तुम्ही कृती-4 मध्ये कार्बन डायआक्साईड आणि कॅल्शीयम हायड्रोक्साईड (चुन्याची निवळी) या मधील अभिक्रिया पाहिली. कॅल्शीयम हायड्रोक्साईड ही आम्लारी कार्बन डाय आक्साईडशी क्रिया करून क्षार आणि पाणी तयार होते. ही अभिक्रिया आम्ल आणि आम्लारी मधील कृती अभिक्रिये सारखीच आहे. अशातच्याने आपणास निष्कर्ष काढता येते की, कार्बन डायआक्साईड हा अधातु आक्साईड आहे, आणि तो आम्लधर्मी स्वभावाचा असतो. साधारणताः सर्व अधातु आक्साईड आम्लधर्मी स्वभावाचे असतात.



विचार करा आणि चर्चा करा

- तुम्हाला उर्ध्वपातन पाणी आम्ल आणि आम्लारी द्रावण असलेल्या तीन परिक्षा नव्या दिलेल्या आहे. तुम्हाला फक्त निळा लिटमस कागद दिला असता. प्रत्येक परिक्षा नव्यीतील घटक तुम्ही कसे ओळखता?
- आम्लाची धातुशी क्रिया होऊन कोणता वायु बाहेर पडतो? या वायुची उपस्थिती तुम्हाला कशी माहिती होते?
- कॅल्शीयम संयुगे विरल हायड्रोक्लोरीक आम्लाशी क्रिया होऊन फुलोरा (effervescence) बनते. या अभिक्रियेत सोडलेला वायु जळणाऱ्या मेणबत्तीला विझविते. आणि चुन्याच्या निवळीला दुधासारखी बनविते. या अभिक्रियेत येणारे एक संयुगे कॅल्शीयम क्लोराईड असल्यास घडलेल्या क्रियेसाठी संतुलीत समीकरण लिहा.

आम्लात काय समाईक आहे? (What do acids have in common?)

आता पर्यंत तुम्ही आम्लाला एकाच प्रकारचे रासायनिक गुणधर्म असतात हे पाहिलेत. प्रयोगकृतीत तुम्ही निरिक्षण केले की, आम्ल धातुशी क्रिया करून हायड्रोजन वायु उत्पन्न करतो. म्हणुन हायड्रोजन हा सर्व आम्लाचा सामाईक मुलद्रव आहे.

हायड्रोजन असलेली सर्व आम्ल आहेत. किंवा नाही याचा शोध घेण्यासाठी एक कृती करु.

कृती 7

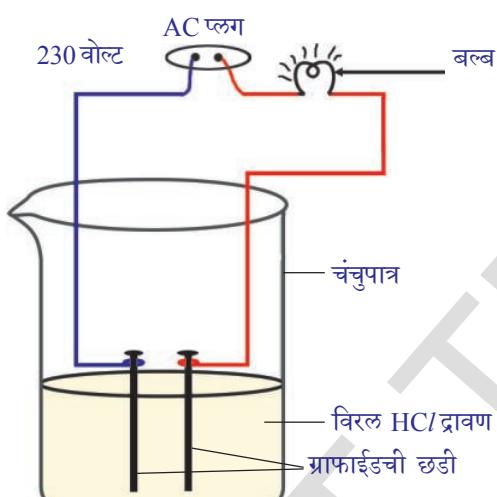
ग्लुकोज, आल्कोहोल, हायड्रोक्लोरिक आम्ल आणि सल्फुरीक आम्ल इत्यादीचे द्रावण तयार करा.

दोन भिन्न रंगाच्या विद्युत तारेला ग्राफाईटच्या छडींशी वेगवेगळे जोडा याला आकृतीत दाखविल्या प्रमाणे 100 मी.ली. चंचुपात्रात ठेवा.

तारेच्या रिकाम्या टोकास 230 voltsच्या AC प्लगला जोडा आणि आकृती 3 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे एका तारेला बल्ब जोडुन विद्युत वलयाला पुर्ण करा.

आता काही प्रमाणात विरल HCl/चंचुपात्रात ओतुन विद्युत बटन चालु करा.

- तुम्हाला काय आढळून येते ?



आकृती-3: आम्ल द्रावणातील विद्युत प्रवाह

द्रावणात H^+ उपस्थित नसल्याचे दर्शविते. आम्लाची आम्लता त्या द्रावणात नसल्याचे करते.

ही कृती विरल सल्फुरीक आम्ल, ग्लुकोज आणि आल्कोहोलचे द्रावण वेगवेगळे घेऊन पुन्हा करा.

- तुम्हाला काय दिसून येते ?
- सर्व संदर्भात बल्ब प्रकाशतो का ?

तुमच्या लक्षात येते की, फक्त आम्ल द्रावणातच बल्ब प्रकाशतो. तो ग्लुकोज आणि आल्कोहोलच्या द्रावणात प्रकाशत नाही. प्रकाशणारा बल्ब हे सुचित करते की, त्या द्रावणात विद्युत प्रवाह आहे. आम्ल द्रावणात आयन असतात आणि या आयनाच्या हालचालीमुळे या द्रावणास विद्युत प्रवाह वाहण्यास मदत मिळते.

HC/ H^+ धन आयन H^+ आहे. यावरून आम्ल हायड्रोजन आयन H^+ द्रावणात निर्माण करते. हे त्या आम्लीय गुणधर्मसाठी कारणीभुत ठरते. ग्लुकोज आणि आल्कोहोल मध्ये बल्ब प्रकाशत नाही. यावरून त्या अर

आम्लरी (अल्कली) चे गुणधर्म (Properties of Bases)

आम्लरीत काय सामाईक असते? (What do Bases have in common?)

सोडीयम हायड्राक्साइड कॅल्शीयम हायड्राक्सीडचे द्रावण आम्ल द्रावण ऐवजी घेऊन कृती -7 पुन्हा करा.

- बल्ब प्रकाशितो का ?
- या कृतीच्या परिणामा वरून तुम्ही काय निष्कर्ष काढता ?

फक्त जलयुक्त आम्लाच्या द्रावणात आयन उत्पन्न होतात चला परिक्षण करू

कृती 8

- स्वच्छ आणि सुकलेल्या परिक्षा नळीत 100 ग्र. घन NaCl घ्या.
- परिक्षा नळीत संहत सलफ्युरीक आम्ल मिळवा.
- तुम्हाला काय दिसून येते? डिलीव्हरी नलीकेतुन वायु बाहेर पडतो का? वरील अभिक्रियेसाठी रासायनिक समीकरण लिहु या.



मूक्त हेणाऱ्या वायुचे परिक्षण सुकलेल्या आणि ओल्या निळ्या लिटमस कागदाने करा. कोणत्या संदर्भात लिटमस कागदाचा रंग बदलतो?

- वरील निरिक्षणावरून तुम्ही काय निष्कर्ष काढाल?
- कोरडा HCl वायु हा आम्ल नाही कारण कोरड्या लिटमस कागदाचा रंग बदलला नाही. परंतु जलयुक्त HCl /द्रावण आम्ल हेते कारण निळ्या लिटमस चा रंग बदलून लाल हेते.

शिक्षकांना सुचना : वातावरण दमट असल्यास निघणाऱ्या वायुला कोरडा करण्यासाठी त्याला कॅल्शीयम क्लोराईड असलेल्या निर्जलीकरण नळीबदरे पाठवावे.

- डिलीव्हरी नळीच्या तोंडाशी झालेल्या क्रियेचे रासायनिक समीकरण तुम्ही लिहु शकता का?

प्रयोग शाळेत घ्यावयाची काळजी : खालील चिनाचे निरीक्षण करा. यापासून तुम्हाला कांही समस्या दिसते का? जेव्हा तुम्ही संहत द्रावणाचा वापर करता, त्यावेळेस परिक्षा नळीला धरणारा चिमटा वापरणे अति महत्वाचे आहे. हे नुसते हाताने वापरणे खुप धोक्याचे आहे.



आकृती-4: HCl वायुची निर्मीती

डिलीव्हरी नळीजवळ मुक्त झालेला विरल HCl वायु पाण्याच्या समक्ष विचरीत होऊन हायझोजन आयन निर्माण करतो. पाण्याच्या अनुपस्थित HCl च्या रेणुचे विचरण घडत नाही.

पाण्यात HCl चे विचरण खाली दाखविले आहे.

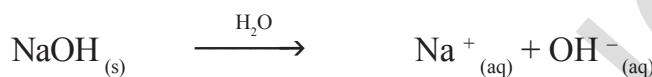


हायड्रोजन आयन स्वतंत्र आयना सारखे राहत नाही ते पाणाच्या रेणुशी एकत्रित येऊन जलयुक्त आयन बनतात. प्रत्येक H^+ आयनला 4 ते 6 पाण्याचे रेणु चिकटलेले असतात. H^+ आयनला हायड्रोनियम आयन H_3O^+ म्हणून आपण दर्शवितो.



आम्ल पाण्यात H_3O^+ किंवा $H^+_{(aq)}$ वायुना देतात.

एका आम्लारी पाण्यात विरघळविल्यास काय होते ते पाहू या.



पाण्यात आम्लारीला विरघळविल्यास हायड्राक्साईड आयन (OH^-) तयार होतात. पाण्यात विरघळणाऱ्या आम्लारीना अल्कली (alkalis) म्हणतात. सर्व आम्लारी पाण्यात विरघळत नाही. $Be(OH)_2$ काही प्रमाणात पाण्यात विरघळतो.

आम्ल किंवा आम्लारीना पाण्यात मिळविल्यास काय घडुन येत याचे कारण तुम्ही निरिक्षण करा.

कृती 9

- एका परिक्षा नढीत 10 मी.ली. पाणी घ्या.
- संहत H_2SO_4 चे काही थेंब त्या नढीत टाका आणि परिक्षा नढीला हळुहळु हलवा.
- परिक्षानढीच्या बुडाला स्पर्श करा.
- तुम्हाला काय वाटते ?
 - ही उष्मादायी क्रिया आहे का? उष्माग्राही प्रक्रिया आहे?

H_2SO_4 ऐवजी सोडीयम हायड्राक्साईड घेऊन वरील कृती पुन्हा करा आणि तुमच्या निरिक्षणाची नोंद करा.

आम्लांना किंवा आम्लारीना पाण्यात विरघळविण्याच्या प्रक्रियेला उष्मादायी प्रक्रिया (क्रिया) म्हणतात. संहत नायट्रीक आम्ल किंवा संहत सलफ्युरीक आम्ल पाण्यात मिळविताना काळजी घेतली पाहिजे. ढवळणीच्या साहाय्याने आम्लाला नेहमी पाण्यात हळु हळु मिळविले पाहिजे. जेव्हा पाणी संहत आम्लात मिळवितो तेव्हा उष्णता उत्पन्न होते. ती डोळ्यांना आणि चर्माला हानीकारक असते. जास्त उष्णतेमुळे



आकृती -5: संहत आम्ल आणि आम्लारीच्या पात्रावर लिहिलेले सावधानीचे चिन्ह

ते चंचुपात्र सुधा फुटु शकते. आकृती 5 मध्ये दाखविलेल्या धोक्याच्या सुचनेचे चिन्ह संहत सलफ्युरीक आम्ल आणि सोडीयम हायड्राक्साईडच्या शिशिवर पाहा.

पाण्यात आम्ल आणि आम्लारी मिळविल्यास आयनचे संहता (H_3O^+/OH^-) एक एकक प्रति घनफळानी कमी होते. अशा प्रक्रियेला विरलण म्हणतात आणि आम्ल आणि आम्लरीला सौम्य करणे म्हणतात.



विचार करा आणि चर्चा करा

- HCl , HNO_3 इत्यादी संयुगाच्या जलयुक्त द्रावणात आम्लता वैशिष्टे का दाखवितात आणि आल्कोहोल आणि ग्लुकोज यासारखी संयुगे आम्लता वैशिष्टे का दाखवित नाही.
- संहत आम्लाला सौम्य आम्लात बदलण्यासाठी पाण्यात आम्लाला मिळविले पाहिजे. परंतु आम्लात पाणी मिळवु नये.

तुम्ही आम्ल आणि आम्लारी द्रावणाच्या बलाचा निर्णय कसा लावाल?

चला माहित करू या.

आम्ल किंवा आम्लारीची शक्ती(बल) (Strength of acid or base)

कृती 10

एक आम्ल सौम्य किंवा सबल आहे हे माहित करण्याची परिक्षा

- A आणि B दोन चंचुपात्र घ्या.
- A चंचुपात्र सौम्य CH_3COOH (हायड्रोक्लोरीक आम्ल) आणि B चंचुपात्रात सौम्य HCl (हायड्रोक्लोरीक आम्ल) घ्या.
- कृती - 7 मध्ये वापरलेल्या उपकरणाची मांडणी करा. वेगवेगळ्या चंचुपात्रात विद्युत प्रवाहाचे प्रसारण करा.
- तुम्हाला काय दिसुन येते ?
- तुमच्या निरिक्षणातील बदलाच्या कारणांचा अंदाज लावु शकता का ?

HCl द्रावणाच्या उपयोग केलेला बल्ब प्रखर तेजाने प्रकाशाते परंतु ऐसीटीक आम्लाच्या उपयोग करणारे द्रावणाच्या बल्बची प्रखरता कमी होते. यावरुन निर्दर्शनास येते की, HCl द्रावणात जास्त आयन असतात आणि ऐसीटीक आम्लाच्या द्रावणात कमी आयन असतात. HCl द्रावणात जास्त आयन आहे. म्हणजे जास्त H_3O^+ आयन आहे. म्हणुन हे सौम्य आम्ल आहे.

वरील कृत्यांना आम्लाएवजी सौम्य सोडीयम हायड्राक्साईड $NaOH$ (sodium hydroxide) आणि सौम्य NH_4OH (ammonium hydroxide) आमोनीयम हायड्राक्साईड घेऊन करून पाहा.

- तुम्हाला काय निरिक्षणास येते ? तुमच्या निरिक्षणाचे वर्णन करा.

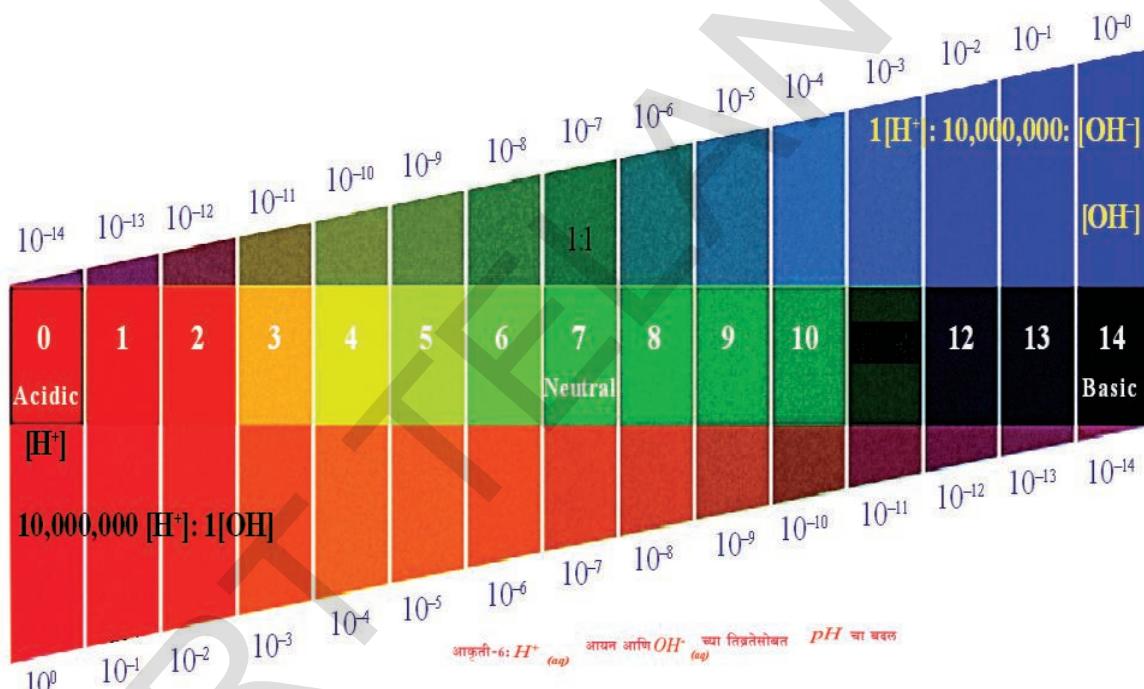
सार्वत्रिक आम्ल-आम्लारी सुचिकेचा वापर करून दुर्बल व सबल आम्ल आम्लारींना ओळखता येते. सार्वत्रिक सुचिका ही कित्येक सुचिकांचे मिश्रण आहे. सार्वत्रिक सुचिका द्रावणातील वेगवेगळ्या हायड्रोजन आयनाची संहते वरून वेगवेगळ्या रगाना दाखविते.

pH स्केल (pH scale)

द्रावणातील हायड्रोजन आयनची संहत तिब्रता मोजण्यासाठी वापरणाऱ्या स्केलला pH स्केल असे म्हणतात. ('p' म्हणजे पोटेंझ जर्मन भाषेत पोटेंझ म्हणजे शक्ती (pH) एका द्रावणाची pH किंमत त्याच्या आम्ल आम्लरीच्या स्वभावाला सुचविणारी एक संख्या होय.

उदासीन द्रावणाचे pH - 7 आहे. pH स्केलवर 7 पेक्षा कमी किंमत दर्शविणारे द्रावण आम्लता द्रावण आहे. pH किंमत 7 पासून 14 पर्यंत वाढविल्यस ती त्या द्रावणातील H_3O^+ च्या आयनाच्या तिब्रतेला कमी करणे OH^- आयनाच्या तिब्रतेला वाढविणे दर्शविते. द्रावणाची pH किंमत '7' पेक्षा जास्त असल्यास त्या द्रावणाला आम्लरी म्हणतात.

खालील आकृती पाहा.



कृती 11

- दिलेल्या तक्त्यातील लिटमस कागद वापरून द्रावणाची pH ची किंमत काढा.
- तत्का - 2 मधील तिसऱ्या स्तंभातील तुमच्या निरिक्षणाची नोंद करा.
- द्रावणाचे सार्वत्रिक सुचक वापरून स्तंभ 4 मधील pH किंमत अंदाजे लिहून स्पष्ट करा.
- तुमच्या निरिक्षणावरून प्रत्येक पदार्थाचा स्वभाव कसा आहे ते कळवा ?

तत्त्वा -2

अ.क्र.	द्रावण	रंगीत pH कागद	pH ची अंदाजे किंमत	पदार्थाचा स्वभाव
1	HCl			
2	CH ₃ COOH			
3	NH ₄ Cl			
4	CH ₃ COONa			
5	NaHCO ₃			
6	Na ₂ CO ₃			
7	NaOH			
8	(उद्धवातन केलेले पाणी) Distilled water			
9	लिंबाचा रस			
10	गांजराचा रस			
11	कॉफी			
12	टमाट्याचा रस			
13	नळाचे पाणी			
14	केळीचा रस			
15	रंगहिन पेय			
16	लाळ(जेवनाआधी)			
17	लाळ (जेवनानंतर)			



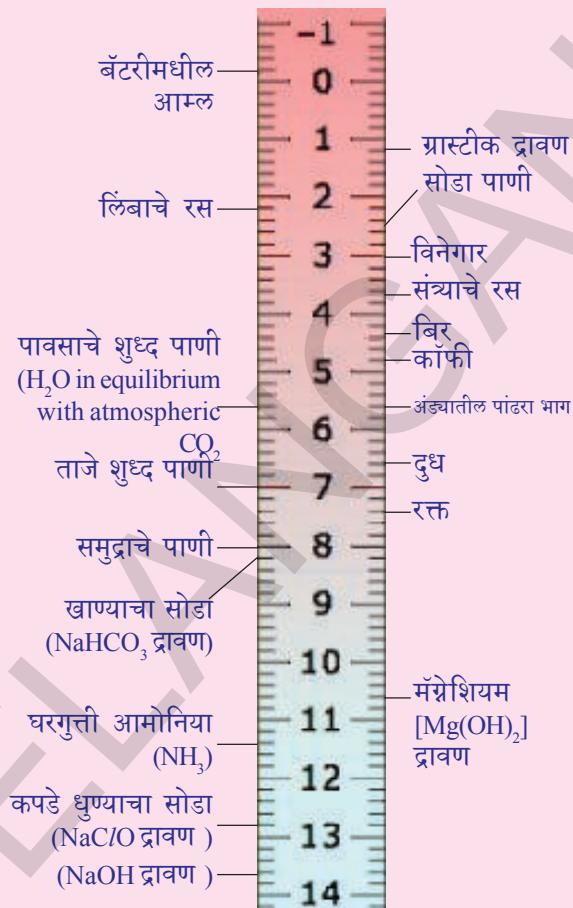
आकृती-7: वैष्वीक दशकात विविध रंगाबदारे दाखविलेली ची pH किंमत

द्रावणातील H₃O⁺ आयनावर किंवा उत्पन्न झालेल्या OH⁻ आयन वर आम्ल किंवा आम्लारीची शक्ती निर्भर करते. जर आपण सारखीच संहत असलेला हायड्रोक्लोरीक आम्ल आणि एसटीक आम्ल घेतल्यास ते वेगवेगळी संहत असलेले हायड्रोजन आयने उत्पादीत करतात. जास्त H₃O⁺ आयन देणाऱ्या आम्लाला सबल आम्ल म्हणतात. आणि कमी H₃O⁺ आयन देणाऱ्या आम्लाला दुर्बल आम्ल असे म्हणतात. सबल आम्लारी आणि दुर्बल आम्लारी बद्दल तुम्ही अंदाज लावु शकता का?

(?) आपणास माहित आहे का?

विरल आम्ल आणि आम्लरीच्या H^+ आयनची क्रणात्मक शक्ती काढून टाकण्यासाठी सोरेनसन नी pH ची संकल्पना परिचीत केली या $[H^+]$ आयन असलेल्या द्रावणाला ही pH स्केल मर्यादीत असते.

pH स्केल साधारणता 0-14 पर्यंत असते. H^+ आयनची संहत तिव्रता दर्शविते उदाहरणात शुन्य pH किंमतीवर हायड्रोनियम आयनची संहत तिव्रता एक मोलार असते. पाण्यात काही द्रावणाची H^+ आयनची संहत 1 M (pH=0) आणि 10^{-14} M (pH=14) या मध्ये येते. आकृती 8 मध्ये साधारण द्रावणाचे pH चे स्थान दाखविले आहे.



आकृती-8: द्रावण आणि त्यांची pH स्केलवर मांडणी दर्शविणारे आकृती

दैनंदिन जिवनात pH चे महत्व (Importance of pH in everyday life)

1. रोपटे आणि प्राण्यांचे pH सवेदनशिल असते का?

जिव असणारे सर्व प्राणी pH किंमतीत स्वल्प बदलाने मात्र झुगत असतात. जेव्हा पावसाच्या पाण्याचा pH 5.6 पेक्षा लहान असतो. त्याला आम्लाचा पाऊस (acid rain) म्हणतात. जेव्हा आम्लाच्या पावसाचे पाणी नदीत मिळते तेव्हा नदीच्या पाण्याच्या pH ची किंमत कमी होते. अशा पाण्यात जगणाऱ्या प्राण्यांचे जगणे कठिण होते.



विचार करा आणि चर्चा करा

- आपल्या शरीरात pH ची किंमत वाढल्यास काय होते?
- जिवंत प्राण्यांची pH मर्यादा खुप कमी का असते?

2. pH मधील बदल दंतक्षयामुळे होते का?

pH किंमत 5.5 पेक्षा कमी झाल्यास दंतक्षय सुरु होतो. दातावर एक अधिलेप असतो. तो आपल्या शरीरातील कठिण पदार्थ कॅशीयम फास्फेटनी बनतो. तो पाण्यात विरघळत नाही, परंतु तोंडातील pH किंमत 5.5 पेक्षा कमी झाल्यास दंतक्षय सुरु होतो. तोंडात अडकलेले अन्न कण आणि साखरेच्या अधःपतनामुळे तोंडात असलेले सुक्ष्मजंतु आम्ल उत्पन्न करतात. याचा प्रतिबंध करण्यासाठी जेवनानंतर तोंड धुणे हा चांगला उपाय आहे. ट्रथपेस्टच्या साहाय्याने अधिक प्रमाणात असलेले आम्ल उदासिन करून दंतक्षयापासुन संरक्षण करते.

3. आपल्या पाचन संस्थेत pH ची भुमिका

पाचन क्रियेत आपल्या पोटात हायड्रोक्लोरिक आम्ल उत्पन्न होते. हे आपल्या पोटाला हानी न करता अन्नाचे पचन होण्यासाठी मदत करते. अपचनात पोटात जास्त प्रमाणात आम्ल तयार झाल्यामुळे पोटात दुखणे, आणि चुरचुर करणे असे वाटते. हे दुखणे दुर होण्यासाठी माणुस एन्टासीड या आम्लारीचा उपयोग करतो. हे एन्टासीड पोटातील जास्त प्रमाणात उत्पन्न झालेल्या आम्लाला तटस्थ (उदासिन) करण्यासाठी मँग्रेशियम हायड्राक्साईड (मिल्क ऑफ मँग्रेशिया) नावाच्या सौम्य आम्लारीचा उपयोग करतात.

कृती 12

- एका चंचुपात्रात सौम्य HCl घ्या. आणि त्यात दोन किंवा तीन मिथेल आरेंजचे थेब टाका. द्रावणाच्या रंगाची नोंद करा.
- चंचुपात्रातील द्रावणात एन्टासीड पावडर मिळवा. आता द्रावणात झालेल्या रंगाच्या बदलाचे निरिक्षण करू.
- या द्रावणाचा रंग बदलण्याचे कारण काय?
- या अभिक्रियेसाठी रासायनिक समीकरण तुम्ही लिहू शकता का?

4. जमीनीचे pH

रोपट्यांना त्याच्या आरोग्य वाढीसाठी विशिष्ट pH ची गरज आहे. रोपट्यांच्या आरोग्य वाढीसाठी आवश्यक pH ची किंमत काढण्यासाठी, विविध जागेवरून मातीचे नमुने गोळा करून खालील कृतीमध्ये दिलेल्या प्रमाणे त्या मातीच्या pH किंमतीच्यी तापसणी करा. तुम्ही गोळा केलेल्या मातीपासुन त्या प्रांतात कोणत्या वनस्पतीचे वाढ हेत आहे याची नोंद करा.

कृती 13

एका परिक्षा नळीत 2 ग्र. माती घेऊन त्यात 5 मी.ली. पाणी मिळवा. त्या परिक्षा नळीला हलवा. त्या परिक्षा नळीतील द्रावणाला गाळून टाका. गाळल्यानंतर त्या अवक्षेपाला दुसऱ्या परिक्षा नळीत टाका.

- सार्वत्रिक सुचकाच्या कागदाने या अवक्षेपाचा pH माहित करा.
- तुमच्या क्षेत्रातील रोपट्याच्या वाढीसाठी मातीच्या pH किंमती विषयी तुम्ही काय निष्कर्ष काढता?
 - शेतकरी शेतीच्या जमीनीत कोणती माती असतांना त्या मातीत चुनखडी किंवा कॅलशियम कार्बोनेट मिळविते.

स्वयंरक्षणासाठी रोपटे(वनस्पती) प्राणी रसायनांना उपयोग करतात का?

तुम्हाला कधीतरी मधमाशी चावली का? माशी चावल्यानंतर ती काट्याव्दारे शरीरात आम्ल सोडते त्यामुळे दुखते आणि चुरचुर करते. मधमाशी चावलेल्या (दंश) जागेवर खाण्याचा सोडा लावल्यास आराम होतो. खाजकोयलीच्या केसासारखी नांगी अंगाला रुतली असता मेथानोयीक आम्ल (methanoic acid) शरीरात जाते.

- त्यामुळे शरीरास खाजवते आणि आग होते. साधारणता अशा संदर्भात डॉक प्लाट(dock plant) च्या पानाने त्या जागेवर घासले असता आराम मिळतो.

क्षाराबद्दल माहिती (More about salts)

मागच्या विभागात आपण आम्लारी आणि आम्लाच्या उदासिनी करण क्रियेत क्षार कसे तयार होतात याचा अभ्यास केला. क्षाराची तयारी त्यांचे गुणमर्थ आणि उपयोगा विषयी माहिती करू या.

क्षाराचे कुटुंब (Family of salts)

कृती 14

- खालील क्षाराची सुत्रे लिहा.
 - पोटेशियम सल्फेट, सोडीयम सल्फेट, कॅल्शीयम सल्फेट, मँगेशियम सल्फेट, कॉपर सल्फेट, सोडीयम क्लोराईड, सोडीयम नायट्रोड, सोडीयम कार्बोनेट आणि आमोनीयम क्लोराईड.
 - वरील क्षारात कोणते आम्ल आणि कोणते आम्लारी आहेत ते ओळखा.
 - धनात्मक किंवा ऋणात्मक मुलक असलेल्या क्षारांना एकाच कुंटुंबाचे समजल्या जाते. उदाहरणार्थ NaCl आणि Na_2SO_4 ही सोडीयम क्षाराच्या कुटुंबाशी संबंधीत आहे. अशारीतीने NaCl , and KCl हे क्लोराईड क्षारांच्या कुंटुंबाशी संबंधीत आहे.
- आणखी किती कुटुंबे या क्षारात येतात?

क्षाराची pH किंमत

कृती 15

- सोडीयम क्लोराईड अल्युमिनीअम क्लोराईड, कॉपर सल्फेट, सोडीयम एसीटेट, अमोनीयम क्लोराईड, सोडीयम हायड्रोजन कार्बोनेट आणि सोडीयम कार्बोनेट इत्यादीचे क्षाराचे नमुने गोळा करा.
- त्यांना स्वेदन पाण्यात विरघळवा.
- या द्रावणाची लिटमस कागदाची क्रिया पाहा.
- pH कागदाचा वापर (सार्वत्रिक सुचक) करून pH काढा.
- त्यात आम्लधर्मी आणि आल्कली धर्मी किंवा उदासिन क्षारात वर्गीकरण करा.
- वरील क्षार तयार करण्यासाठी वापरलेले आम्ल आणि आम्लारी ओळखा.
- खाली दिलेल्या तक्त्यात तुमच्या निरक्षणाची नोंद करा.

क्षार	pH	आम्लधर्मी	आम्लारीधर्मी	उदासीन

सबल आम्लाची आणि आम्लारीची क्षारे उदासिन असतात. आणि त्यांची pH किंमत 7 आहे. सबल आम्लाची आणि सौम्य आम्लारीचे क्षार आम्लधर्मी असतात आणि त्यांचे pH किंमत 7 पेक्षा कमी असते. सबल आम्ला आणि सौम्य आम्लारी आम्लधर्मी असुन त्याची pH 7 पेक्षा जास्त आहे.

- सौम्य आम्ल आणि सौम्य आम्लारीच्या क्षाराविषयी तुमचे म्हणणे काय आहे?

अशा संदर्भात pH किंमत हे आम्लाच्या परिणामी शक्ती आणि आम्लारीच्या शक्तीवर अवलंबुन असते.

सामान्य क्षारापासुन तयार होणारी रसायणे Chemicals from common salt

क्षार ही आयनीक संयुगे असुन ती आम्ल आणि आम्लारीच्या उदासिनीकरणामुळे उत्पन्न झाली आहे. क्षार ही विद्युतीय उदासीन असतात. अनेक क्षारापैकी फक्त सोडीयम क्लोराइड हे सामान्य क्षार आहेत. सोडीयम क्लोराइड ला सामन्य अती क्षार किंवा खाण्याचे मिठ सुध्दा म्हणतात. अन्नाची चव वाढविण्यासाठी सोडीयम क्लोराइडचा उपयोग करतात.

समुद्राच्या पाण्यात अनेक क्षार मिळलेली असतात. सोडीयम क्लोराइड हे वरचढ घटक असुन या क्षारापासुन वेगळे केल्याने हे जगात अनेक प्रांतात घन सोडीयमचा साठा आढळून येतो. हा प्रचंड स्फटीक रूपी साठा मलीन झाल्यामुळे हा तपकिरी रंगाचा दिसतो. यालाच रॉक साल्ट(rock salt) म्हणतात. मागच्या काळात समुद्राचे पाणी आटल्यामुळे गादी सारखे रॉक साल्ट तयार झाले. हे कोळशासारखे खांदुन काढतात. .

सामान्य क्षार (मिठ) रसायनाची कच्ची सामग्री

दैनंदिन जिवनात वापरणाऱ्या विविध पदार्थात सामान्य मिठ हे अतिशय महत्वाचा कच्चा पदार्थ आहे. जसे सोडीयम हायड्राक्साइड, खाण्याचा सोडा, धुन्याचा सोडा, ब्लॅचींग पावडर, इत्यादी. या सर्व भिन्न पदार्थाना तयार करण्यासाठी एका पदार्थाचा उपयोग कसा होतो पाहु या.

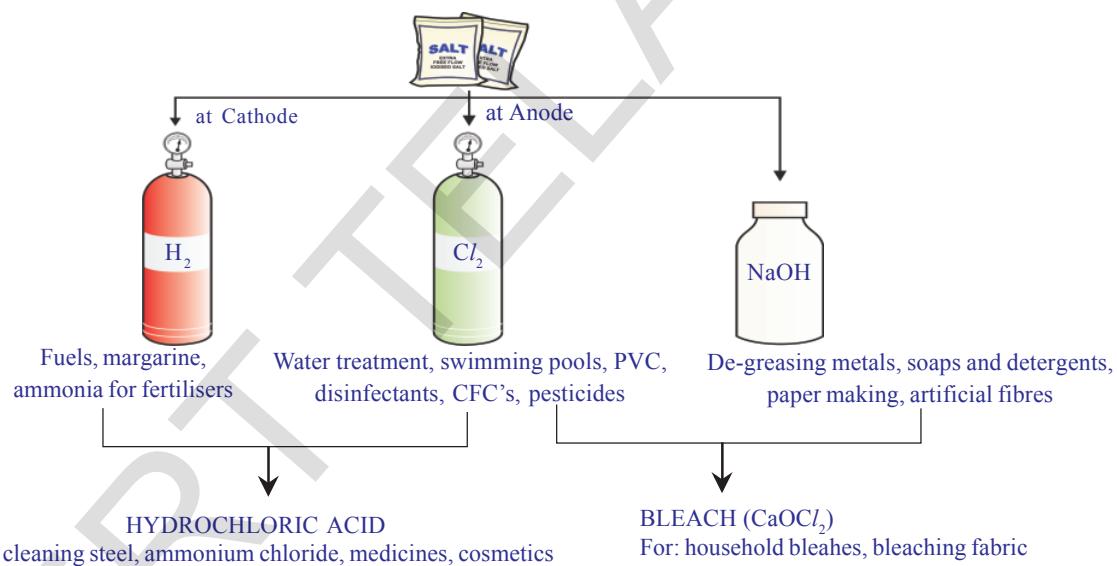
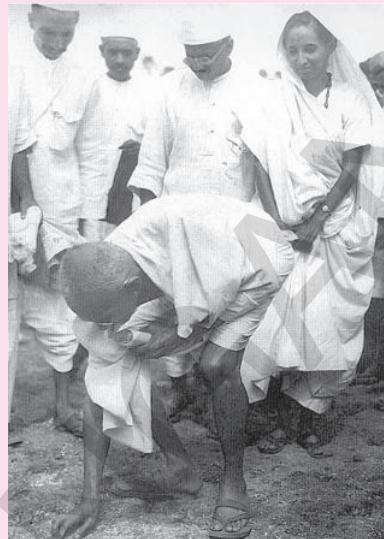
सामान्य मिठापासुन सोडीयम हायड्राक्साइड तयार करणे.

जेव्हा सोडीयम क्लोराइडच्या जलयुक्त द्रावणातुन विद्युत प्रवाह जातो. तेव्हा त्याचे अपघटन होऊन सोडीयम हायड्राक्साइड तयार होते. या प्रक्रियेत क्लोर-अल्कली प्रक्रिया (chlor-alkali process)कारण क्लोरीनसाठी क्लोर आणि सोडीयम हायड्रोक्साइडसाठी अल्कली वापरलेत.

(?) आपणास माहित आहे का?

मीठ - स्वातंत्र संग्रामाचे एक चिन्ह : मीठ हा पदार्थाची चव वाढविणारा एक पदार्थ आहे म्हणुन तुम्ही ओळखता. स्वातंत्र संग्रामात लोकांना प्रोत्साहन देण्यासाठी मिठाची स्मरणीय भुमिका आहे. ब्रिटीश शासनाने सामान्य खाद्य पदार्थावर लावलेला करामुळे गरीब आणि श्रीमंतानी स्वातंत्र्यासाठी एकजुट होऊन इंग्रजांशी लढण्याचा प्रयत्न केला.

तुम्ही महात्मा गांधी दांडी मार्च (Dandi March) मिठाचा सत्याग्रह या बदल ऐकलेच असाल. याचे भारताला स्वातंत्र्य मिळवुन देण्यासाठी मोठे योगदान आहे. (salt satyagraha).



आकृती-9: क्लोर, आळकली प्रक्रिये पासून मिळणारी महत्वाची उत्पादके



क्लोरीन वायु अनेड वर हायड्रोजन वायु कॅथोड जवळ मुक्त होते. कॅथोड जवळ सोडीयम हायड्राक्साईड द्रावण तयार होते. या क्रियेत मिळालेल्या तीन उत्पादतांचा अनेक प्रकारे उपयोग होतो. (आकृती - 9पाहा)

ब्लिंचींग पावडर (Bleaching Powder)

सोडीयम क्लोराइडच्या जलयुक्त द्रावणाचे विद्युतीय विघटन होऊन क्लोरीन तयार होते, हे तुम्हाला माहितच आहे. हा क्लोरीन वायु ब्लिंचींग पावडरच्या तयारीत वापरला

जातो. क्लोरीनची वाढलेल्या वीरी गेलेल्या चुन्याशी $[Ca(OH)_2]$. क्रिया होऊन ब्लिंचींग पावडर तयार होतो. ब्लिंचींग पावडरला $CaOCl_2$ या सुत्राने दर्शवितात.

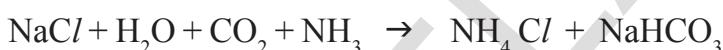


ब्लिंचींग पावडरचे उपयोग (विरंजक चुण) Uses of Bleaching Powder:

- कापड उद्योगात कापुस आणि तागाचे विरंजन करण्यासाठी कागदाच्या उपयोगात लाकडाच्या लगदाचे विरंजन करण्यासाठी आणि लांडी शाप मध्ये धुतलेल्या कपड्यांचा विरंजन करण्यासाठी याचा उपयोग होतो.
- रासायनिक उद्योग धंद्यात आक्सीडीकारक म्हणुन उपयोग होतो.
- पाणी प्रदूषीत न होण्यासाठी पाण्यातील कृमी मारण्यासाठी याचा उपयोग होतो.
- क्लोरोफार्मच्या तयारीत अभिकारक म्हणुन वापरतात.

खाण्याचा सोडा (Baking soda)

कधी कधी अन्न लवकर शिजण्यासाठी खाण्याचा सोडा वापरतो. या संयुगाचे रासायनिक नाव सोडीयम हायड्रोजन कार्बोनेट ($NaHCO_3$) आहे. त्यास खालील प्रमाणे तयार करतात.



कृती-14 मध्ये केल्याप्रमाणे सोडीयम हायड्रोजन कार्बोनेटची pH किंमत तुम्ही माहित करू शकता का? आम्लाला उदासिन करण्यासाठी $NaHCO_3$ चा वापर का करतात. या कारणांचा तुम्ही अंदाज लावू शकता का?

खाण्याचा सोडा हे क्षरण न होणारी आम्लारी आहे.

स्वयंपाक करतांना जेव्हा ते गरम होते तेव्हा खालील प्रमाणे क्रिया घडुन येते.



सोडीयम हायड्रोजन कार्बोनेटचे उपयोग Uses of sodium hydrogen carbonate

- खाण्याचा सोडा हे सोडा आणि टारटरिक आम्ला (tartaric acid) सारखा सौम्य खाण्याचे आम्लापासुन तयार झाले आहे. जेव्हा खाण्याच्या सोड्याला गरम केल्यास किंवा पाण्यात मिळविल्यास खालील प्रमाणे अभिक्रिया घडुन येते.

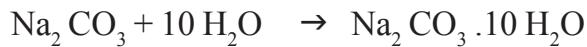


या क्रिये दरम्यान निघणारा कार्बन डायआक्साइड वायु ब्रेंड किंवा केक व्दारे छिद्रातुन बाहेर पडल्यामुळे ते मऊ स्पंज सारखे होते.

- सोडीयम हायड्रोजन कार्बोनेट एंटासीडचे घटक आहे. हे दुर्बल क्षार असल्यास पोटातील जास्त प्रमाणात असलेले आम्ल उदासिन होऊन आराम मिळतो.
- अग्नीशामक यंत्रात, याचा सोडा आम्ल म्हणुन उपयोग होतो.
- हे सौम्य विषाणु नाशक आहे.

धुण्याचा सोडा (सोडीयम कार्बोनेट) Washing soda (sodium carbonate)

सोडीयम क्लोराइड पासुन मिळणारे दुसरे रसायन धुण्याचा सोडा $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (washing soda) आहे. खाण्याच्या सोडा गरम केल्यास सोडीयम कार्बोनेट तयार होते. सोडीयम कार्बोनेट पुनः स्पष्टीकीभवन केल्यास धुण्याचा सोडा तयार होतो. हे सुधा एक क्षार आहे.



काही औद्योगिक प्रक्रियेत सोडीयम कार्बोनेट आणि हायड्रोजन कार्बोनेट उपयोगी आहेत.

धुण्याच्या सोड्याचे उपयोग (Uses of Washing soda)

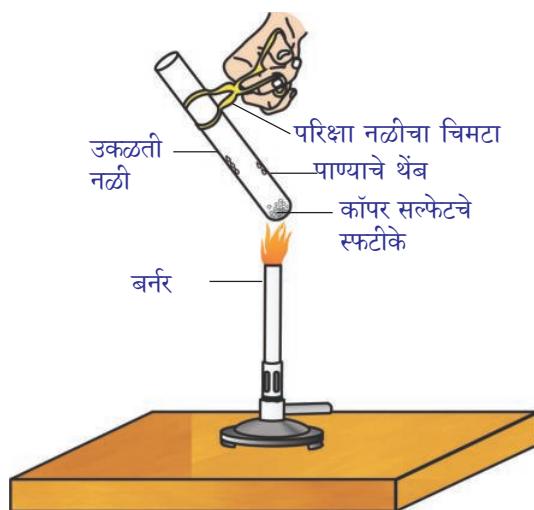
- i) धुण्याच्या सोड्याचे उपयोग काच, साबन आणि कागद इत्यादी औद्योगिक धंद्यात होतो.
- ii) बोर्क्स सारख्या सोडीयम संयुगाच्या तयारीत याचा उपयोग होतो.
- iii) घरगुती उपयोगात वस्तुना स्वच्छ करण्यासाठी सोडीयम कार्बोनेटचा उपयोग होतो.
- iv) पाण्याचा कायमचा कठिणपणा काढण्यासाठी याचा उपयोग होतो.
 - $10\text{H}_2\text{O}$ काय दर्शविते ?
 - हे Na_2CO_3 ला ओलसर करते का ?
 - क्षाराची स्फटीके खरोखर कोरडी असतात का ?
चला माहित करू या.

स्फटीकिकरणातील पाणी बाहे काढणे Removing water of crystallisation

कृती 16

- एका कोरड्या परिक्षा नळीत कॉपर सल्फेटची स्फटीके घेऊन त्या परिक्षा नळीला तापवा.

- गरम केल्यानंतर कॉपर सल्फेटच्या रंगात कोणता बदल घेऊन आलेला दिसतो ?
- परिक्षा नळीच्या बाजुवर पाण्याचे थेंब तुम्ही पाहिलेत का ? ते कोठुन आले ? तापविल्यानंतर मिळालेला कॉपर सल्फेटच्या नमुन्यात दोन तीन पाण्याचे थेंब टाका.
 - तुम्हाला काय दिसून येते ? कॉपर सल्फेटचा निळा रंग परत येतो का ते पाहा ?



आकृती-10: स्फटीकिकरणातील पाणी बाहेर काढणे

वरील कृतीत कोरडे दिसलेली कॉपर सल्फेटची स्फटीके, जलयुक्त स्फटीके असतात. या स्फटीकांना तापविले असता स्फटीकात असलेले पाणी बाष्पीभवन होऊन क्षाराचा रंग पांढरा होतो.

जेव्हा स्फटीकांत पाणी मिळविल्यास पून्हा निळ्या रंगात परत येते.

एका क्षाराच्या सुत्ररूप रचना एकका मधील पाण्याच्या रेणुची निश्चित संख्या म्हणजेच स्फटीकी करणाचे पाणी होय. कॉपर सल्फेटच्या एक एकक सुत्ररूप रचनेत पाच पाण्याचे रेणुत असतात. जलयुक्त कॉपर सल्फेटचे रासायनिक सुत्र आहे. $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ आहे.

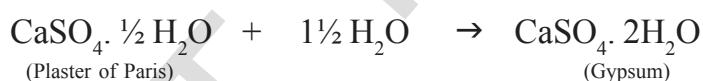
तुम्ही आता $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ चे रेणु ओले आहे किंवा नाही या प्रश्नांचे उत्तर देऊ शकतो.

स्फटीकीरकणाचे पाणी असलेले दुसरे लवण (क्षार) जिप्सम आहे. त्याच्या स्फटीकात दोन पाण्याचे रेणु आहेत. त्याचे सूत्र $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ आहे.

त्याचे उपयोग करु पाहू या.

प्लास्टर ऑफ पैरीस (Plaster of paris) ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$)

जिप्समला (gypsum) काळजीपुर्कि ($\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) 373 K वर गरम केल्यास अंशात पाण्याचे रेणु सोडत आणि कॅल्शीयम सल्फेट हेमीहाइट बनते. $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$. यालाच प्लास्टर ऑफ पॅरीस असे म्हणतात. याचा उपयोग मोडलेली हाडे व्यवस्थीत जागेवर येण्यासाठी डॉक्टर याचा उपयोग करतात. प्लास्टर ऑफ पॅरीस हे पांढरे पावडर(भुकटी) आहे. त्यात पाणी मिळविल्याने जिप्समात तयार झाल्यामुळे घट्ट बसते.



सुचना : वरील समीकरणात पाण्याचे फक्त अर्धे रेणु स्फटीकीरणजल दाखविण्यासाठी घेतले हे तमच्या लक्षात आले असेल.

- तुम्हाला पाण्याचे अर्धे रेणू कसे येतात?

वरील समीकरणात दाखविलेले पाण्याचे अर्धे रेणु CaSO_4 चे दोन सुत्र गट एका पाण्याच्या रेणु ला वाटून घेतात.

खेळणी बनविणे, सुभोशीत करण्यासाठी आणि मऊ पृष्ठभाग तयार करण्यासाठी पि.ओ.पी. (एलस्टर ऑफ पर्रीस) चा उपयोग होतो.

- कॅल्शियम सल्फेट हेमीहाइट्रो प्लास्टर ऑफ पेरीस का म्हणतात त्या बदल माहिती गोळा करा.



महत्वाचे शब्द

दर्शके, आम्ल, आम्लारी, लाल लिटमस, निळा लिटमस, फिनाथ्यलीन, मिथाईल आरेंज, उदासिनीकरण, गार्ड ट्युब, हायड्रोनियम आयन, आम्लारी, सबल आम्ल, सबल अल्कली, वैश्विक दर्शके, pH स्केल, पोटंझ, एंटासीड, दातांना किड लागणे, जलयुक्त क्षार, सामान्य मिठ, विरंजक चुर्ण, खाण्याचा सोडा, जलीय स्फटीकीभवन, प्लास्टर ऑफ पॅरीस



आपण काय शिकलोत

- आम्ल-आम्लारी हे रंग द्रवे किंवा रंगद्राव्याचे मिश्रण आहेत. याचा वापर आम्ल आणि आम्लारी असल्याची उपस्थिती दर्शविते.
- पदार्थाचा आम्लधर्मी स्वभाव त्या द्रावणाच्या H^+ (जलयुक्त) आयनाच्या तयारीमुळे होते. द्रावणातील OH^- (जलयुक्त) आयनाच्या तयारीमुळे पदार्थाचा स्वभाव आम्लारीधर्मी होतो.
- जेव्हा आम्लाची क्रिया धातु कार्बोनेट किंवा धातु हायड्रोजन कार्बोनेटशी होते. तेव्हा त्या समान लवण, क्षार कार्बन डायआक्साइड वायु आणि पाणी मिळते.
- जेव्हा आम्लारीची क्रिया धातुशी होते तेव्हा हायड्रोजन वायु बाहेर पडतो. आणि क्षार तयार होते.
- आम्ल धर्मी आणि आम्लारीधर्मी द्रावणात हायड्रोजन आम्ल आणि हायड्राक्साइड आम्ल असल्यामुळे ते विद्युत वाहकाचे काम करतात.
- आम्लाची किंवा आम्लारीच्या शक्तीचे परिक्षण pH स्केलने होते. (0-14) यावरून द्रावणातील हायड्रोजन आयनाची तित्रता मिळते.
- उदासिन द्रावणाचा pH - 7 असतो. आम्लधर्मी द्रावणाचा pH - 7 पेक्षा कमी लहान आणि आम्लारी धर्मी द्रावणाचा pH - 7 पेक्षा जास्त असतो.
- सजीव प्राणी त्यांची चयापयाच क्रिया pH किंमतीच्या मयदिमध्येच होतो.
- पाण्यात संहत तित्र आम्ल किंवा आम्लारी मिळविणे ही उष्मादायी अभिक्रिया आहे.
- आल्म आणि आम्लारी एकमेकास उदासिन होऊन त्या समान क्षार आणि पाणी तयार होते.
- स्फटीकरणाचे जल निश्चित संख्यत पाण्याचे रेणु क्षाराच्या एकक सुत्राशी झुळलेले असतात.
- दैनंदिन जिवनात आणि उद्योग धंद्यात क्षार अत्यंत उपयोगी असतात.



अभ्यासात सुधारणा करा

I. संकल्पनेवर प्रतिसंपंदन

1. उदासिनकरण क्रिया काय आहे? दोन उदाहरणे द्या? (AS1)
2. आम्ल किंवा आम्लारी पाण्यात मिळविले. हे उष्मादायी आहे की, उष्माग्राही आहे? (AS1)
3. शुध्द पाणी विद्युत वाहकता का दर्शवित नाही? (AS1)

- कोरडा हायड्रोजन क्लोराइड वायु निळा लिटमस कागद लाल होत नाही परंतु हायड्रोक्लोरीक आम्लात तसे होते ? कारण ? (AS1)
- पाण्यातील आम्लाच्या द्रावणाची विद्युत वाहकता दर्शविणारी एक स्वच्छ आकृती काढा ? (AS5)
- आम्लाच्या पावसाचे पाणी सरोवरे/नदीत मिळाल्यास जिवनराशीच्या अस्तीत्वाला धोका का असतो ?(AS7)
- खाण्याचा सोडा कशाला म्हणतात ? यामुळे केक मऊ आणि संजासारखे कसे बनवितात ? (AS7)
- धुन्याच्या सोडा आणि खाण्याच्या सोड्याची दोन महत्व सांगा ? (AS7)

II. संकल्पनेचे उपयोजन

- वैश्विक दर्शकाव्दारे A, B, C, D आणि E पाच द्रावण चे परिश्लेषण केल्यास त्याचे pH अनुक्रमे 4, 1, 11, 7 आणि 9 येतात. खालीलमध्ये त्याचे वर्गीकरण करा ? (AS1)
 - उदासिन
 - सबल आम्लारी
 - सबल आम्लधर्मी
 - सौम्य आम्ल
 - सौम्य आम्लारी
- तोंडाची pH किंमत 5.5 घेक्का कर्मी असतांना दंतक्षय का सुरु होतो ? (AS1)
- दुधवाल्याने दुध ताजे राहण्यासाठी थोडा खाण्याचा सोडा दुधात मिळवितात. (AS2)
 - त्या दुधाची pH किंमत 6 पासून का वाढविली ?
 - दूध दही बनण्यासाठी जास्त वैद्य का घेतो ?
- प्लास्टर ऑफ पेरीसला ओलावा रहीत पात्रात का ठेवल्या जाते. स्पष्ट करा ? (AS2)
- A आणि B परिक्षा नव्हीत समान लांबीच्या मँगेशियमच्या तुकड्यांना घेतले आहे. A परिक्षा नव्हीत हायड्रोक्लोरीक आम्ल आणि B परिक्षा नव्हीत एसीटीक आम्ल मिळविले आहे. दोन्ही आम्लाची तिक्रता आणि प्रमाण सारखे आहेत. कोणत्या परिक्षा नव्हीतील द्रावणाची क्रिया जलद होते आणि का होते ?(AS1)

III. उच्च विचार श्रेणीचे प्रश्न

- शुद्धा दुधाचे pH मुळ्य 6.6 असते. याचे दही बनल्या नंतर त्याचे pH मुळ्य का बदलते ?(AS3)
- बिटरुटचा वापर करून तुम्ही स्वतःचे दर्शक कसे तयार कराल ? स्पष्ट करा ? (AS5)

योग्य पर्यायी उत्तरे निवडा

- आम्लधर्मी माध्यमात मिथाईल आरैजचा दर्शकिचा रंग असतो. []
 a) पिवळा b) हिरवा c) नारंगी d) लाल
- आम्लारी द्रावणात फिनाथ्लीन सुचकाचा रंग []
 a) पिवळा b) हिरवा c) गुलाबी d) नारंगी
- आम्लारीत मिथाईल आरैजचा रंग असतो. []
 a) नारंगी b) पिवळा c) लाल d) निळा
- द्रावणात लाल लिटमस, निळा लिटमस रंगात बदलल्यास त्याचे pH ची किंमत []
 a) 1 b) 4 c) 5 d) 10
- एका द्रावणाची फुटलेल्या अंड्याच्या टोकराशी क्रिया झाल्यास तेव्हा मुक्त झालेला वायु चुन्याच्या निवळीला दुधासारखा बदलवितो त्या द्रावणात असतात []
 a) NaCl b) HCl c) LiCl d) KCl

6. पाण्यात विरघळणाऱ्या आम्लारीना या नावाने ओळखतात. []
 a) उदासिनकरण b) आम्लारी c) आम्ल d) अल्कली
7. खालील पैकी कोणत्या पदार्थाची जोडी साधारण मीठ देतो. []
 a) सोडीयम थायोसल्फेट आणि सल्फर डायआक्साईड
 b) हायड्रोक्लोरीक आम्ल आणि सोडीयम हायड्रोक्साईड
 c) क्लोरीन आणि आक्सीजन
 d) नायट्रीक आम्ल आणि सोडीयम हायड्रोजन कार्बोनेट
8. हायड्रोक्लोरीक आम्ल वैश्विक ($\text{pH}=1$) सुचीकेत तयार होणारा रंग []
 a) नारंगी b) फिकट निळा c) पिवळा d) लाल
9. अपचन झाल्यास खालील पैकी कोणते औषधाचे उपयोग करतात. []
 a) अंटीबायटीक b) अंनालजीक c) एंटासिड d) अंटीसेपटीक
10. मँगेशियमची हायड्रोक्लोरीक आम्लाशी क्रिया झाल्यास काय तयार होते? []
 a) हायड्रोजन b) आक्सीजन c) कार्बन डायआक्साईड d) कोणताही वायु तयार होत नाही.

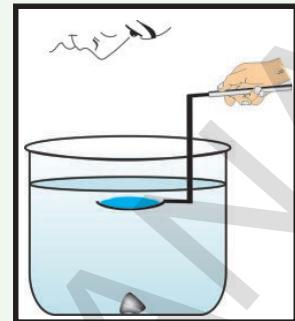
सुचवलेले प्रयोग

- आल्कोहोल आणि ग्लुकोज सारख्या संयुगात हायड्रोजन असते. परंतु ते आम्लात मोडल्या जात नाही. हे सिध्द करण्याऱ्या प्रयोगाचे वर्णन करा? (AS3)
- “जल स्फटीकीकरण” म्हणजे काय? याचे वर्णन एका कृतीद्वारे करा? (AS3)

सुचवलेले प्रकल्प

- तुमच्या शाळेत/घरी झाडे लावण्यासाठी चांगल्या जागेची निवड तुम्ही कशी कराल? जमिनीची तपासणी करून त्यावर अहवाल लिहा?
- सर्व भाजीपाला हे आम्ल आहेत का? हे माहित करण्यासाठी pH पेपरने तपासणी करून किमती तक्त्यात लिहा? यावर अहवाल लिहा?
- दैनंदिन जीवनात मानवी जीवनाला आणि झाडांना pH किमतीच्या महत्वाविषयी माहिती गोळा करा?

अर



वक्रपृष्ठभागावर प्रकाशाचे अपवर्तन

(Refraction of Light at Curved Surfaces)

साधारणत: काही जण वाचन करण्यासाठी चष्मा वापरतात. घड्याळ दुरुस्त करणारा व्यक्ती त्यातील लहान भाग पाहण्यासाठी भिंगाचा वापर करतात.

- तुम्ही कधीतरी भिंगाला हाताने स्पर्श केला का?
- तुम्ही वाचन करण्यासाठी उपयोगात येणाऱ्या चष्माच्या काचाला कधी हाताने स्पर्श करून पाहिलात का?
- त्याचा पृष्ठभाग समाट असतो का वक्र असतो?
- तो काच मधात जाड असतो का? त्याच्या कडा जाड असते?

मार्गील धड्यात तुम्ही सपाट पृष्ठभागावरील प्रकाशाच्या अपवर्तना बद्दल शिकलात. आता आपण वक्र पृष्ठावरील प्रकाशाच्या अपवर्तनाबद्दल माहिती घेऊ या.

वक्र पृष्ठावरील प्रकाशाच्या अपवर्तनाची माहिती घेण्यासाठी एक कृती करू या.

वक्रपृष्ठभागावर प्रकाशाचे अपवर्तन Refraction of light at a curved surface

कृती 1

एका जाड कागदावर काळ्या स्केच पेनच्या साहाय्याने 4 से.मी. लांबीचे बाणाकृती चिन्हा काढा. एक वृत्तचिती आकारात असलेले सपाट बुडाचे पारदर्शक रिकामे पात्र घ्या. त्यास टेबलावर ठेवा. तुम्ही त्याला समोरून पाहत असतांना तुमच्या मित्राला त्या बाणाकृती चिन्ह काढलेल्या जाड कागदाला त्या पात्राच्या मागे आणायला सांगा. (बाणाकृती चिन्ह क्षितीज समांतर असले पाहिजे.)

- तुम्हाला काय दिसुन आले?
- तुम्हाला बाणाकृती चिन्ह लहान होताना दिसुन येते.
- तुम्हाला प्रतिमा लहान होत असल्याची का दिसुन येते?
- ती प्रतिमा वास्तव आहे का? आभासी प्रतिमा आहे?
- ती प्रतिमा कशी तयार होते हे तुम्ही किरण काढून दाखवू शकता का?

तुमच्या मित्राला ते काचेचे पात्र पाण्याने भरायला सांगा. किरणाची आकृती आधी सारखेच त्याच जागेवरून पाहा.

- आता तुम्हाला काय दिसुन येते ?
- तुम्हाला उलटी प्रतिमा येते का ?
- हे कसे घडते ?

पहिल्या संदर्भात जेव्हा पात्र रिकामे असते तेव्हा बाणाकृती चिन्हा पासुन येणाऱ्या प्रकाशाचे वक्रपृष्ठावर अपवर्तन होऊन काचातुन प्रवास करत हवेत प्रवेश करते आणि पुन्हा पात्राच्या विरुद्ध बाजुला वक्र पृष्ठावर (दुसऱ्या बाजुला जिथुन आपण पाहत असतो.) अपवर्तन होऊन हवेतुन बाहेर पडते. अशा प्रकारे प्रकाश देन माध्यमातुन प्रवास करत पात्राच्या बाहेर येते आणि लहान प्रतिमा तयार होते.

दुसऱ्या संदर्भात, प्रकाश वक्रपृष्ठावर प्रवेश करून पाण्यातुन जाते व काचातुन बाहेर निघते आणि उलटी प्रतिमा तयार करते.

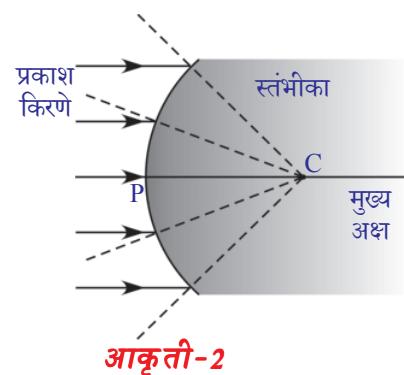
जेव्हा पात्र पाण्याने भरते तेव्हा दोन माध्यमांध्ये (हवा आणि पाणी) वक्रतळ असते. पाण्याचा आणि काचेचा अपवर्तनांक समान माना. (वास्तविकपणे ते समान नसतात) हे आकृती -1 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे पाणी आणि हवा वक्र पृष्ठाबदरे वेगळे आहे.

- दोन माध्यमांना वेगळ्या करणाऱ्या वक्रपृष्ठावर प्रकाश किरणाचे पतन झाल्यास काय घडते ?
- अपवर्तनाचा नियम येथे सुध्दा लागु होतो का ? चला माहित करू या.

आकृती -2 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे वक्र पृष्ठभाग हा दोन माध्यमांना वेगळे करत आहे असे समजू. हे वक्रपृष्ठ ज्या गोलाशी संबंधीत आहे त्या गोलाच्या केंद्रबिंदुला वक्रता केंद्र (*centre of curvature*) म्हणतात. त्यास 'C' या अक्षरांने दर्शवितात.

वक्रता केंद्रावरून वक्रपृष्ठावरील बिंदुवर काढलेली रेषा ही त्या बिंदुवर वक्रपृष्ठाची स्तंभीका (लंब) होते वक्रपृष्ठावरील स्तंभीकेची दिशा एका बिंदुपासुन दुसऱ्या बिंदुत बदलते. वक्र पृष्ठाच्या केंद्राला वक्रपृष्ठाचा धृव (*pole (P)*) म्हणतात. वक्रता केंद्र आणि धृवाला जोडणाऱ्या रेषेला मुख्य अक्ष ('*principal axis*') म्हणतात.

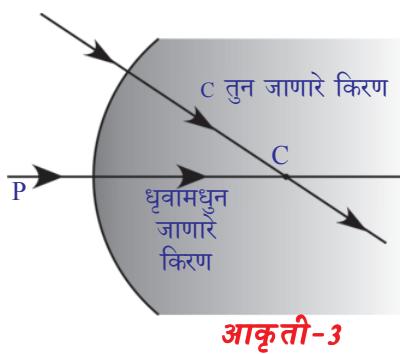
- वक्र पृष्ठावर पतन झालेले किरण कसे वाकते ?



सपाट पृष्ठभागाच्या संदर्भात विरल माध्यमातुन घन माध्यमातन प्रवास करणारे किरण स्तंभीकेकडे झुकते आणि घनमाध्यमावरून विरल माध्यमाकडे प्रवास करणारे किरण स्तंभीकेच्या दुर जाते.

अशा संदर्भाशी संबंधीत किरण चित्रांना कसे काढतात पाहू या.

- मुख्य अक्षासोबत जाणारे किरण काय होते? त्याच प्रमाणे वक्रता केंद्रातुन जाणारे किरण काय होते?



स्नेल नियमानुसर (Snell's law) पृष्ठभागावर काढलेल्या स्तंभीका सोबत प्रवास किरण त्याच्या मार्गापासुन विचलीत होत नाही म्हणुन वरील उल्लेख केलेली देन्ही किरणे स्तंभीके सोबत (आकृती - 3पाहा) प्रवास करतात. ते विचलीत होत नाही.

- मुख्य अक्षाला समांतर प्रवास करणारे किरणा सोबत काय घडते?

खालील 4a, 4b, 4c, and 4d आकृत्या पाहा. सर्व संदर्भात चित्रात दाखविल्या प्रमाणे आपाती किरण मुख्य अक्षाला समांतर आहेत.

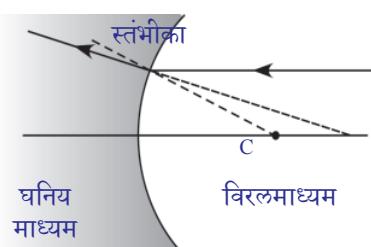
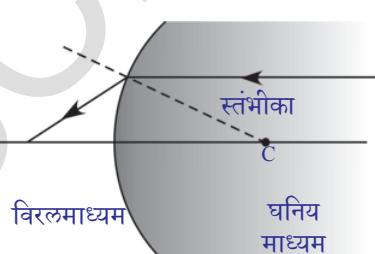
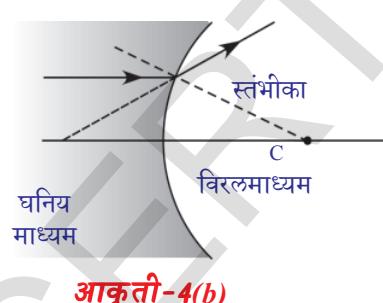
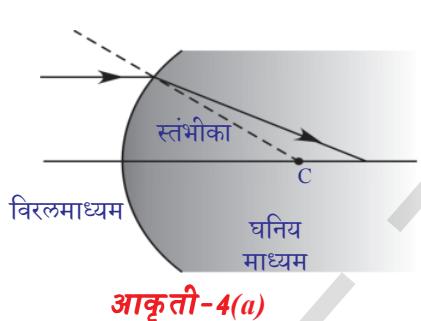
संदर्भ 1: मुख्य अक्षाशी समांतर प्रवास करणारे किरण अंतर्गोल पृष्ठावर आदढळून विरल माध्यामातुन घन माध्यमात जाते. (आकृती - 4 अ पाहा)

संदर्भ 2: मुख्य अक्षाशी समांतर प्रवास करणारे किरण अंतर्गोल पृष्ठावर आदढळून घन माध्यमातुन विरल माध्यमात जाते. (आकृती 4(ब) पाहा)

संदर्भ 3: मुख्य अक्षाला समांतर अंतरावरून प्रवास करणारे किरण बहिर्गोल पृष्ठभागावर आदढळून घन माध्यमातुन विरल माध्यमाकडे जाते. (आकृती 4(क) पाहा)

संदर्भ 4: मुख्य अक्षाला समांतर प्रवास करणारे किरण अंतर्गोल पृष्ठभागावर आदढळून विरल माध्यामातुन घन माध्यमाकडे जाते. आकृती - 4 (ड) पाहा.

- आकृती 4अ आणि 4 ब मधील अपवर्तन किरणात तुम्हाला कोणता बदल दिसुन येते?



- या फरकाचे कारण काय असेल?
- आकृती 4 (क) आणि 4(ड) मधील अपवर्तन किरणात तुम्हाला कोणता बदल दिसून येतो?
- त्या बदलाचे कारण काय असतील?

आकृती 4 (अ) आणि 4(क) मध्ये तुमच्या लक्षात आले असेल की, अपवर्तन किरण हे मुख्य अक्षावरील एका विशिष्ट बिंदुजवळ पोहोचते. आकृती (ब) आणि (ड) मध्ये अपवर्तन किरण मुख्य अक्षापासुन दुर जाते. आकृती 4(ब) आणि (ड) मध्ये दाखविलेल्या सारखे जर तुम्ही अपवर्तन किरणाला मागे वाढविल्यास ते वाढविलेले किरण मुख्य अक्षावरील काही बिंदुना छेदते. वरील सर्व संदर्भात मुख्य अक्षावर ज्या ठिकाणी अपवर्तन किरण छेदते त्यास मुख्य नाभी (*focal point*) म्हणतात.

तुम्ही पाहिलेच असाल की, ग्लासमधील पाण्यातील निंबु ग्लासच्या बाजुने पाहिले असता त्याचा आकार वास्तविक आकारापेक्षा मोठा दिसतो.

- लिंबाच्या आकारात झालेला हा बदल तुम्ही कसा स्पष्ट कराल?
- मोठ्या आकारात दिसलेले लिंबु त्या लिंबाची प्रतिमा आहे का? किंवा ते वास्तव लिंबु आहे का?
- हा गुणमध्य स्पष्ट करण्यासाठी तुम्ही किरणचित्र काढू शकता का? चला माहित करू या.

प्रतिमा तयार होणे-वक्रपृष्ठाचे सुत्र साध्य करणे

आकृती 5 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे n_1 आणि n_2 अपवर्तनांक असलेल्या दोन माध्यमांना वेगवेगळे करणारे एक वक्र पृष्ठ आहे. असे मानु. मुख्य अक्षावर O येथे एक बिंदुरूप वस्तु ठेवलेली आहे. मुख्य अक्षा सोबत प्रवास करणारे किरण माध्यमांना वेगळे करणाऱ्या वक्र पृष्ठावर विचलीत न होऊन धृवामधुन जाते. मुख्य अक्षाशी α कोन करणारे दुसरे किरण वक्रपृष्ठास A वर मिळते. तिथे आपात कोन θ_1 आहे. त्या किरणाचे वक्रिभवन होऊन AI रेषेसोबत दुसर्या माध्यमातुन जाते. तिथे अपवर्तीत कोन θ_2 आहे. दोन अपवर्तीत किरणे I जवळ मिळतात. आणि तिथे प्रतिमा तयार होते.

मुख्य अक्षांशी अपवर्तीत किरणाने केलेला कोन γ आणि स्तंभीका व मुख्य अक्षामधील कोन β समजु.

आकृती -5 मध्ये
PO हे वस्तुचे अंतर आहे आणि ते 'u'ने दर्शविलेले आहे.

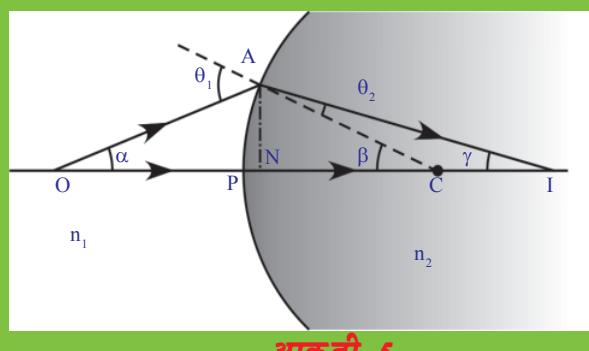
PI हे प्रतिमाचे अंतर आहे आणि ते 'v'ने दर्शवितात.

PC ही वक्रता त्रिज्या असुन 'R'ने दर्शविले आहे.

n_1, n_2 हे दोन माध्यमाचे अपवर्तनांक आहेत.

वरील उल्लेख केलेल्या राशीमध्ये काही संबंध निर्माण करू शकता का?

त्रिकोण ACOमध्ये $\theta_1 = \alpha + \beta$



आकृती-5

आणि त्रिकोण ACI मध्ये $\beta = \theta_2 + \gamma \Rightarrow \beta - \gamma = \theta_2$

स्नेलसच्चा नियमानुसार

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

θ_1 आणि θ_2 च्या किंमती ठेवल्यास

$$n_1 \sin(\alpha + \beta) = n_2 \sin(\beta - \gamma) \quad \dots \dots \dots (1)$$

जर प्रकाश किरण मुख्य अक्षाजवळून गेल्यास ते समांतर मानल्या जाते आणि त्यास पॅराक्सील किरणे (*paraxial rays*) म्हणतात. त्यावेळी α, β आणि γ किरणे खुप लहान होतात या अंदाजाला पॅराक्सील अंदाज (*paraxial approximation*) असे म्हणतात.

$$\sin(\alpha + \beta) = \alpha + \beta \text{ आणि } \sin(\beta - \gamma) = \beta - \gamma$$

समीकरण (1) मध्ये ठेवल्यास

$$n_1 (\alpha + \beta) = n_2 (\beta - \gamma) \Rightarrow n_1 \alpha + n_1 \beta = n_2 \beta - n_2 \gamma \quad \dots \dots \dots (2)$$

सर्व कोन लहान असल्यामुळे त्यास आपण

$$\tan \alpha = AN/NO = \alpha$$

$$\tan \beta = AN/NC = \beta$$

$$\tan \gamma = AN/NI = \gamma$$

या किंमतीना समीकरण (2) मध्ये ठेवल्यास

$$n_1 AN/NO + n_1 NC = n_2 AN/NC - n_2 NI \quad \dots \dots \dots (3)$$

प्रकाश किरणे मुख्य अक्षाजवळ येत असतांना N बिंदु वक्र पृष्ठाच्या धृवावर (P)च्या समान येते. म्हणुन NI, NO, NC च्या ऐवजी अनुक्रमे PI, PO आणि PC लिहता येते.

समीकरण (3) मध्ये किंमती ठेवल्यानंतर

$$n_1/PO + n_1/PC = n_2/PC - n_2/PI$$

$$n_1/PO + n_2/PI = (n_2 - n_1)/PC \quad \dots \dots \dots (4)$$

समीकरण (4) मध्ये दोन माध्यमांचा अपवर्तनांक, वस्तु अंतर, प्रतिमेचे अंतर आणि वक्रता त्रिज्या या मधील संबंध दाखविते.

आपण विचारात घेतलेल्या संदर्भासाठी वरील समीकरण सत्य आहे.

आपण संज्ञेच्या रुढीचा वापर केल्याने समीकरण (4) ला सामान्य विधानाच्या रूपात मांडता येते.

वक्र पृष्ठभावरील अपवर्तनाच्या सर्व उपयोजनासाठी आणि भिंगाव्दारे खालील रुढीचा वापर करतो.

- धृवापासुन सर्व अंतर मोजल्या जाते (किंवा दृष्टी केंद्र)
- आपाती किरणाच्या दिशेत मोजलेले अंतर धनात्मक घ्यावे.
- मुख्य अक्षावरील बिंदुपासुन वरच्या दिशेने मोजलेल्या उंचीला धनात्मक घ्यावे.
- आपाती किरणाच्या विरुद्ध दिशेत मोजलेले अंतर ऋणात्मक घ्यावे.
- मुख्य अक्षावरील बिंदुपासुन खालच्या दिशेने मोजलेल्या उंचीला ऋणात्मक

घ्यावे.

येथे PO ला वस्तुचे अंतर (*object distance (u)*) म्हणतात.

PI ला प्रतिमेचे अंतर (*image distance (v)*) म्हणतात.

PC ला वक्रता त्रिज्या (*radius of curvature (R)*) म्हणतात.

वरील उल्लेख केलेल्या संज्ञेच्या रूढीनुसार

$$PO = -u; PI = v; PC = R$$

या किंमतीना समीकरण (4) मध्ये ठेवल्यास

$$n_2/v - n_1/u = (n_2 - n_1)/R \quad \dots \dots \dots (5)$$

या सुत्राचा उपयोग सपाट पृष्ठभागासाठी सुधा होतो. सपाट पृष्ठभागाच्या संदर्भात वक्रता त्रिज्या (R) ही अंतर पर्यंत पोहोचते. म्हणुन $1/R$ शुन्य होते. या किंमतीना समीकरण 5 मध्ये ठेवल्यास आपणास सपाट पृष्ठभागाचे सुत्र येते.

$$n_2/v - n_1/u = 0 \Leftrightarrow n_2/v = n_1/u$$

सुचना : सपाट पृष्ठभागावरून u आणि v अंतर मोजले पाहिजे.

चला काही उदाहरणे पाहु या.

उदाहरण 1

एक पक्षी स्थिर वेगाने डबक्यातील पाण्याच्या पृष्ठभागाकडे लंब दिशेने उडत येत आहे. त्या पाण्यात मासा आहे. पक्षाला लंब पाण्यात एक मासा असल्यास त्या मासाला पक्षी असा दिसतो.

- a. त्याच्या वास्तविक अंतरापेक्षा दुर दिसतो.
- b. त्याच्या वास्तविक अंतरापेक्षा जवळ दिसतो.
- c. त्याच्या वास्तव वेगापेक्षा जास्त वेगाने हालचाल करतांना दिसतो.
- d. त्याच्या वास्तव वेगापेक्षा कमी वेगाने हालचाल करतांना दिसतो.

यापैकी कोणते सत्य आहे ? तुम्ही कसे सिध्द कराल ?

सोडवणुक : सपाट पृष्ठवरील अपवर्तनासाठी आपण

$$n_2/v = n_1/u \text{ वापर करतो.} \quad \dots \dots \dots (1)$$

पाण्याच्या पृष्ठभापासुन x उंचीवर पक्षी आहे. असे मानु. त्या पाण्याचा अपवर्तनांक n समजू.

$$n_1 = \text{वाण्याचा अपवर्तनांक}$$

$$\text{तर } n_1 = 1, n_2 = n, u = -x \text{ आणि } v = -y, (\text{आकृती E-1})$$

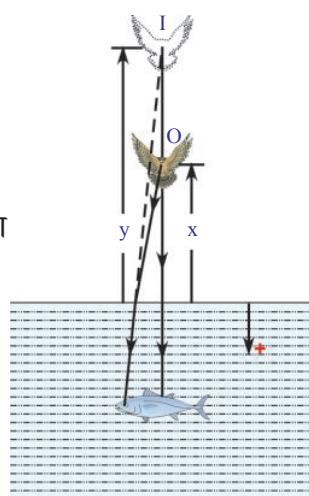
या किंमतीना समीकरण (1) मध्ये मांडल्यास

$$n/(-y) = 1/(-x) \Leftrightarrow y = nx$$

वरील समीकरणात n हा 1 पेक्षा मोठा आहे. हे आपणास माहित आहे.

म्हणुन y हा x पेक्षा मोठा आहे. अशा तज्ज्ञने माशाला पक्षी त्याच्या वास्तव अंतरापेक्षा दुर दिसतो. आपण पक्षीवर उडत आहे असे गृहीत धरले.

पक्षी स्थिर वेगाने खालच्या दिशेने (माशाला लंब) उडत आहे. जमीनीवरून



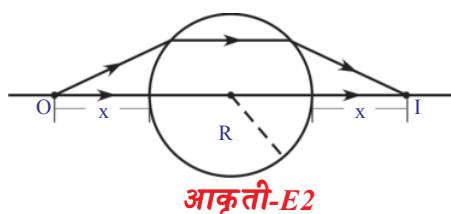
आकृती-E1

पाहिलेल्या निरिक्षकास काही निश्चित वेळेसाठी या पक्षाने 'x' अंतर पार पाढले असे दिसून येते. परंतु माशाला त्याच वेळेत पक्षाने 'y' अंतर पार केले असे दिसून येते. y हा x पेक्षा मोठा असल्यामुळे आपण निष्कर्ष काढू शकतो कि, माशाने निरिक्षण केलेला पक्षाचा वेग त्याच्या वास्तव वेगापेक्षा जास्त आहे.

म्हणुन (a) आणि (c) पर्याय अचुक आहे.

उदाहरण 2

R त्रिल्या आणि n अपवर्तनांक असलेला एक पारदर्शक गोल हवेत ठेवला आहे. गोलाच्या पृष्ठभागापासून किंती अंतरावर मुख्य अक्षावर बिंदुरुपी वस्तु ठेवल्यास त्याची वास्तव प्रतिमा तेवढ्याचा अंतरावरील गोलाच्या दुसऱ्या पृष्ठभागावर तयार होते?



सोडवणुक : आकृती E2 च्या सममीती वरून किरण मुख्य अक्षाशी समांतर असलेल्या गोलातुन गेले पाहिजे.

आकृती वरून

$u = -x, v = \infty$ (एका पृष्ठावर पतन झालेले किरण मुख्य अक्षांशी समांतर आहे.)

$n_1 = 1$ आणि $n_2 = n$, (n_1 हा हवेचा अपवर्तनांक आहे.)

$$n_2/v - n_1/u = (n_2 - n_1)/R \text{ वापरून}$$

$$n/\infty - 1/(-x) = (n-1)/R \Rightarrow 1/x = (n-1)/R$$

$$\Rightarrow x = R/(n-1)$$

गोलाच्या पहिल्या पृष्ठभागापासून वस्तुचे अंतर $x = R/(n-1)$ आहे.

उदाहरण 3

एका पारदर्शक गोलाच्या केंद्राजवळ एक लहान अपारदर्शक बिंदु आहे. बाहेरून पाहिले असता त्या बिंदुचे स्थान त्याच्या वास्तव स्थासारखेच दिसते का?

सोडवुणक : काचेचा अपवर्तनांक $n_1 = n$ समजू

हवेचा अपवर्तनांक $n_2 = 1$

तर $u = -R$ (गोलाची त्रिज्या); वक्रता $R = -R$

$$n_2/v - n_1/u = (n_2 - n_1)/R \text{ वापरून}$$

$$1/v - n/(-R) = (1-n)/(-R) \Rightarrow 1/v + n/R = (n-1)/R$$

समीकरण सोडविल्यानंतर

प्रतिमा अंतर $v = -R$ आहे.

अशातन्हेने आपण म्हणु शकतो की, प्रतिमा अंतर आणि वस्तु अंतर सारखे असून त्या

बिंदुचे दिसणारे स्थान त्याच्या वास्तव स्थाना सारखेच आहे.

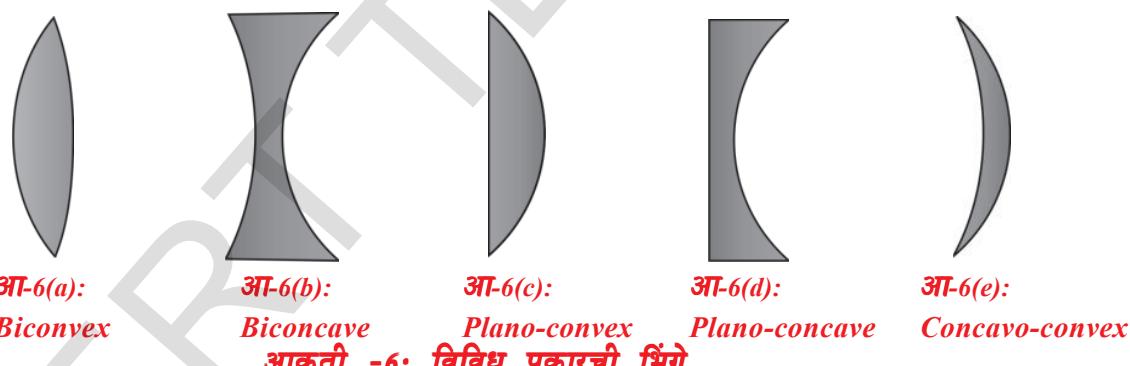
गोलाचा अपवर्तनांक स्वंत्र आहे.

आता पर्यंत आपण अंतर्गोल किंवा बहिर्गोल घेऊन वक्र पृष्ठावरील प्रकाशाच्या अपवर्तना विषयी चर्चा केली. समजा पारदर्शक वस्तुंना दोन वक्र पृष्ठभाग असल्याचे गृहीत धरा.

- दोन वक्रपृष्ठ असलेल्या पारदर्शक वस्तुला प्रकाश किरणाच्या मार्गात ठेवल्यास काय घडते?
 - तुम्ही कधी भिंगाबद्दल ऐकलात का?
 - भिंगातुन जाणारे प्रकाश किरण कसे वागते?
- चला भिंगाबद्दारे प्रकाशाच्या अपवर्तना विषयी शिकु या.

भिंग (Lenses)

दोन गोलीय पृष्ठभागाने बद्द असलेल्या पारदर्शक पदार्थाचे दोन्ही पृष्ठभाग किंवा एक पृष्ठभाग वक्रता असल्यास त्या पारदर्शक पदार्थाला भिंग म्हणतात. भिंग हे कमीत कमी एका पृष्ठाने बद्द झालेले. त्या भिंगाचे विविध प्रकार आहेत. त्यापैकी खाली काही भिंगाना आकृती 6 मध्ये दाखविले आहे.



आकृती - 6: विविध प्रकारची भिंगे

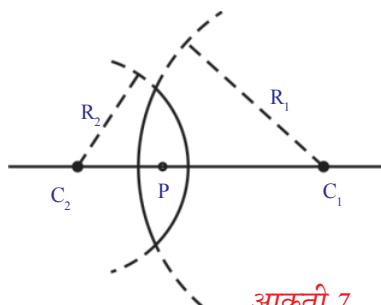
भिंगात दोन गोलीय पृष्ठ बाहेर फुगल्या सारखे असतात. अशा भिंगाना द्विबहिर्वक्र भिंग (double convex lens) असे म्हणतात. आकृती 6(अ) पाहा. ते काठा पेक्षा मधात जाड असते.

अशारीतीने द्विअंतवक्र भिंग दोन गोलाच्या पृष्ठांनी बद्द असुन आतील बाजुस वक्र असतात. (द्विअंतवक्र भिंग आकृती 6(ब) पाहा) ही मधात सडपातळ असुन काठावर जाड असते. सपाट बहिर्वक्र, भिंग समतल अंतर वर्क्र भिंग, अंतर्वक्र - बहिर्वक्र भिंगाच्या आकाराची माहिती आकृती 6(c), 6(d) आणि 6(e) पाहा.

येथे फक्त भिंगांचा संबंध आहे. म्हणजे भिंगाच्या जाडीचा संबंध नाही.

भिंगाच्या संदर्भात वापरलेल्या पंदा विषयी शिकु या.

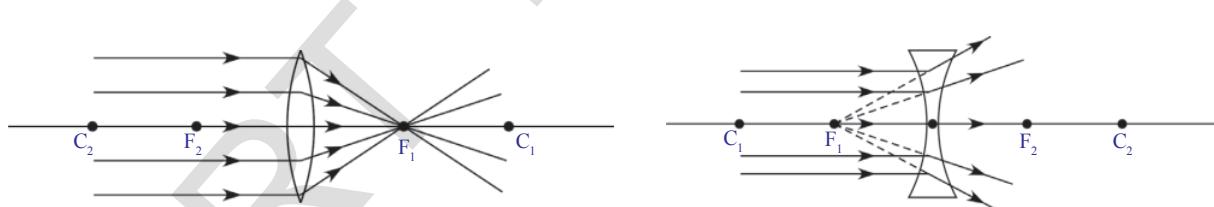
भिंगाचा प्रत्येक वक्र पृष्ठभाग हा गोलाचा भाग आहे. गोलाच्या केंद्रात असलेल्या वक्र पृष्ठाच्या भागाला वक्रता केंद्र (centre of curvature) असे म्हणतात. यास 'C' अक्षराने दर्शवितात. भिंगात दोन वक्रपृष्ठभाग असल्यास त्यांच्या वक्रता केंद्राला C_1 आणि C_2 नी दर्शवितात. वक्रता केंद्र आणि वक्रपृष्ठभागामधील अंतरास वक्रता त्रिज्या (radius of curvature (R) म्हणतात. वक्रता त्रिज्यांना अनुक्रमे R_1 आणि R_2 नी दर्शवितात. आकृती -7 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे दुहेरी बहिवक्र भिंगाचे उदाहरण घेऊ या.



C_1 आणि C_2 बिंदुना जोडणाऱ्या रेषेला मुख्य अक्ष (principal axis) म्हणतात. पातळ भिंगाच्या मध्य बिंदुला भिंगाचा प्रकाशिय मध्य (midpoint of a thin lens) म्हणतात.(optic centre of lens (P)).

भिंगाचे नाभीय अंतर (Focal length of the lens)

भिंगावर पडलेल समांतर प्रकाशाचे आपाती किरण आकृती 8(अ) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे एका बिंदुवर अभिसृत (केंद्रीकृत) होतात. किंवा आकृती 8(ब) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे मुख्य अक्षावरील एका बिंदुवरून निघल्या सारखे दिसतात. ज्या ठिकाणावरून ती किरणे निघाल्यासारखी दिसतात त्या अभिसारी बिंदुला नाभीय अंतर किंवा नाभी (focal point or focus (F) म्हणतात. प्रत्येक भिंगाला दोन नाभी असतात. नाभीय बिंदु आणि प्रकाशिय मध्य या मधील अंतरास नाभीय अंतर (focal length) असे म्हणतात. आणि त्यास 'f' दर्शवितात.



आकृती-8(a)

आकृती-8(b)

संबंधीत भिंगाच्या किरणाचे चित्र काढण्यासाठी बहिवक्र भिंगाला \updownarrow या चिन्हाने आणि अंतवक्र भिंगाला $\|$ या चिन्हाने आकृती 8(क) आणि 8(ड) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे सुचवितात.

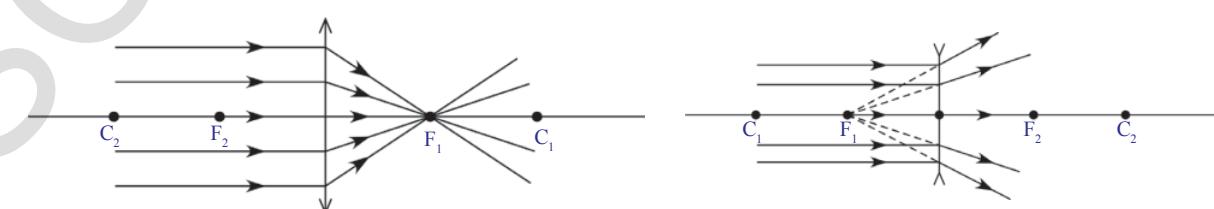


fig-8(c)

fig-8(d)

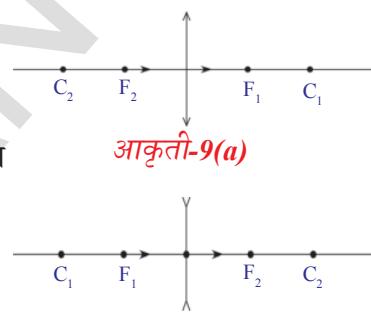
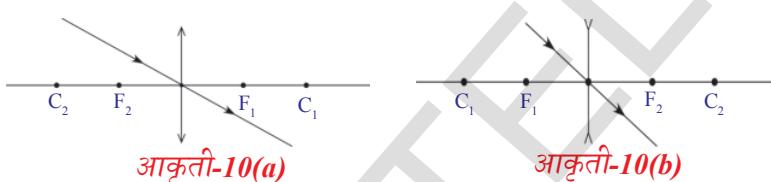
- भिंग प्रतिमा कशी तयार करते ?

भिंगाब्दारे प्रतिमा कशी तयार होते हे जाणुन घेण्याआधी आपण त्या भिंगावर पडणाऱ्या प्रकाश किरणाचा स्वभाव जाणने गरजेचे आहे.

भिंगाला दोन वक्रपृष्ठाभाग असले तरी किरणाचे चित्र काढतांना भिंगाला एकच पृष्ठभाग असते असे समजतो. कारण भिंगाची जाडी खुप कमी असते असे आपण समजलो. म्हणुन आकृती 8(क) आणि 8(ड) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे एकाच पृष्ठभागावर फक्त अपवर्तन किरण चित्रात दाखवतो. (भिंगावर पडलेल्या (पतन) काही प्रकाश किरणाचा स्वभाव) भिंगातुन जाणाऱ्या प्रकाश किरणाचा स्वभाव समजण्यासाठी खालील संदर्भातील स्वभावाचे निरिक्षण करून समजू शकतो. मुख्य अक्षासोबत प्रवास करणारे प्रकाश किरण.

संदर्भ I: मुख्य अक्षासोबत प्रवास करणारे कोणतेही प्रकाश किरण विचलीत होत नाही. (आकृती 9(अ) आणि 9(ब) पाहा)

संदर्भ II: प्रकाशीय मध्यातुन जाणारे प्रकाश किरण
प्रकाशीय मध्यातुन जाणारे कोणतेही प्रकाश किरण सुध्दा विचलीत होत नाही. आकृती 10(अ) आणि 10(ब) पाहा.



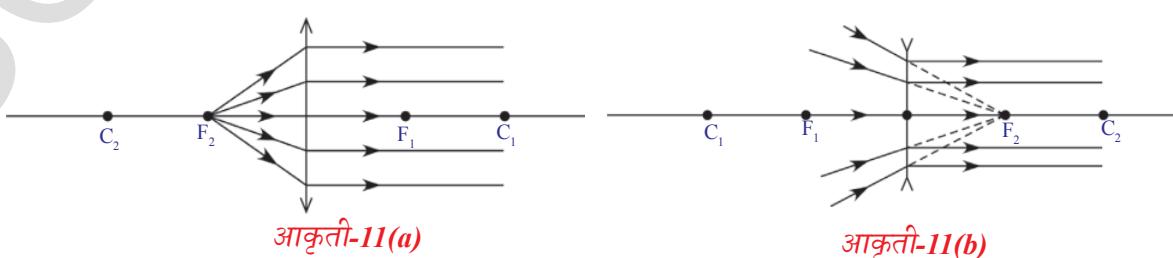
संदर्भ III: मुख्य अक्षाशी समांतर प्रवास करणारी प्रकाश किरणे.

आपणास माहित आहे की मुख्य अक्षाशी समांतर प्रवास करणारी प्रकाश किरणे नाभीय अभिसृत (एकत्र) होतात किंवा आकृती 8(क) आणि 8(ड) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे नाभी पासुन अपसृत (दुर जाणे) होतांना दिसतात.

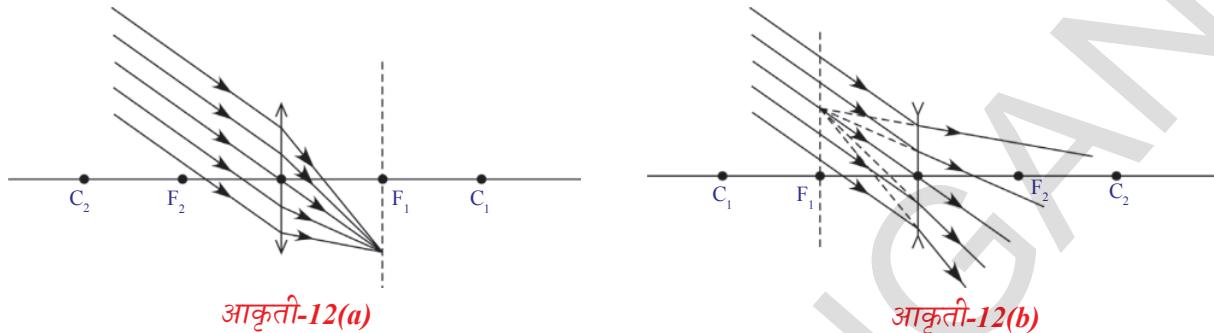
- नाभीतुन जाणारे प्रकाश किरण प्रवासासाठी कोणता मार्ग निवडते ?

संदर्भ IV: नाभीतुन जाणारे प्रकाश

प्रकाश किरणे निम्न वेळाच्या नियमाच्या आदेशाचे पालन करते. म्हणुन अपवर्तनानंतर ती किरणे नाभीतुन प्रवास करतांना, मुख्य अक्षाला समांतर असलेल्या मार्गाबद्वारे प्रवास करतात. (आकृती 11(अ) आणि 11(ब) पाहा)



- मुख्य अक्षाशी काही कोन करणारी समांतर प्रकाश किरणे भिंगावर पतन झाल्यास काय घडते ?
खालील आकृत्यांचे निरिक्षण करा.



जेव्हा समांतर प्रकाश किरणे, मुख्य अक्षाशी कोंन करून भिंगावर पडतात. आकृती 12(अ) आणि 12(ब) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे ती किरणे नाभीय प्रतलावर असणाऱ्या एका बिंदुवर अभिसृत (एकत्र) होतात किंवा त्या बिंदुवर अपसृत (दुरजाते) झाल्यासारखे दिसतात. नाभीय प्रतल हे मुख्य अक्षाला लंब असलेले नाभी जवळील प्रतल आहे.

भिंगाव्दारे प्रतिमा तयार होत हे दाखविणाऱ्या किरण चित्र काढण्याचे नियम
प्रतिमेचे स्थान दर्शविणारे किरणाचे चित्र काढण्यासाठी आवश्यक मुलभुत नियमाविषयी माहिती घेऊ.

मुख्य अक्षावर कोणत्याही स्थानावरील वस्तुला भिंगाव्दारे तयार होणाऱ्या प्रतिमेचे स्थान परिमाण दर्शविणारे किरणचित्र काढण्यासाठी खालील नियम पाढले पाहिजे.

प्रतिमेचे स्थान आणि परिमाण माहित करण्यासाठी आपणास संदर्भ I ते IV मध्ये केलेल्या उल्लेखा प्रमाणे चार पैकी दोन किरणाची गरज आहे.

- मुख्य अक्षावरील कोणत्याही बिंदुवर ठेवलेल्या वस्तुवर एक- एक बिंदु निवडा.
- संदर्भ I ते IV मध्ये उल्लेख केलेल्या किरणांमधून तुम्ही दोन किरणांची निवड करून चित्र काढा.
- या दोन्ही बिंदुना एका बिंदुवर छेदेपर्यंत वाढवत जा.तो प्रतिमेचे स्थान दर्शविते.
- मुख्य अक्षावर छेदन बिंदुपासून एक स्तंभीका काढा.
- या स्तंभीकेची लांबी प्रतिमेचे परिमाण दर्शविते.

खालील चित्र पाहा. वस्तु विविध ठिकाणी असतांना बहिवक्र भिंगाव्दारे तयार होणाऱ्या वस्तुची प्रतिमा दर्शविते.

1. अंनंत अंतरावरील वस्तु (Object at infinity)

- वस्तु अंनंत दूर असतात.अंनंत दूर वस्तु म्हणजे काय ?
- भिंगावर कोणत्या प्रकारची किरणे पडतात ?

तुम्हाला माहित आहे की, अंनंत दूर असलेल्या वस्तुपासून भिंगावर पडणारी किरणे मुख्य अक्षाला समांतर असतात.

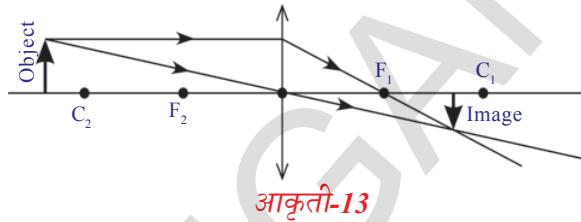
ती किरणे नाभीजवळ अभिसृत होते. म्हणुन नाभीजवळ बिंदुरूपी प्रतिमा तयार होते. आकृती 8(अ) मध्ये हे तुम्ही पाहू शकता.

2. मुख्य अक्षावर वक्रता केंद्रासमोर वस्तु ठेवली असतांना.

आकृती (13) मध्ये तुमच्या लक्षात येते की, जेव्हा वस्तु वक्रता केंद्रासमोर (C_2) ठेवली जाते, तेव्हा वास्तव, उलटी, लहान होणारी प्रतिमा मुख्य अक्षावरील F_1 आणि C_1 बिंदुमध्ये तयार होते.

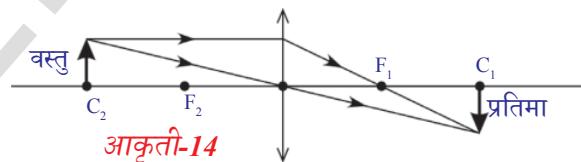
आकृती (13) मध्ये आपण देन किरणांची निवड केली. त्या पैकी एक किरण मुख्य अक्षाला समांतर असुन दुसरे किरण प्रकाशिय बिंदुतुन जाऊन प्रतिमेचे स्थान निश्चित करते.

दोन किरणाच्या मदतीने किरण चित्र काढा. त्यापैकी एक समांतर असुन दुसरे नाभीतून जाते.



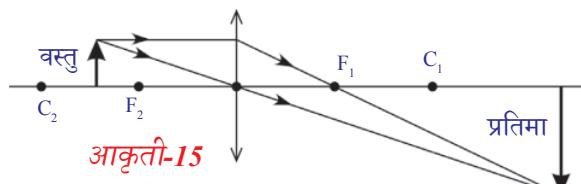
3. वक्रता केंद्रावर वस्तु ठेवली असतांना.

जेव्हा वस्तुला मुख्य अक्षावरील वक्रता केंद्रावर (C_2) ठेवतो, तेव्हा तुम्हाला त्याची प्रतिमा C_1 वर मिळते. ही प्रतिमा वास्तव, उलटी आणि त्या वस्तुच्या परिमाणा एवढेच असते. आकृती -14 पाहा.



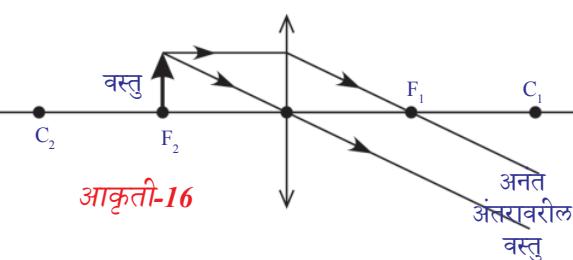
4. वक्रता केंद्र आणि नाभीमध्ये वस्तु ठेवली असतांना.

जेव्हा वक्रता केंद्र (C_2) आणि नाभी (F_2) मध्ये वस्तु ठेवली जाते, तेव्हा तुम्हाला त्या वस्तुची प्रतिमा मिळते. ही प्रतिमा वास्तव, उलटी आणि मोठी झालेली दिसते. आकृती 15 पाहा. प्रतिमा C_1 च्या समोर आहे.

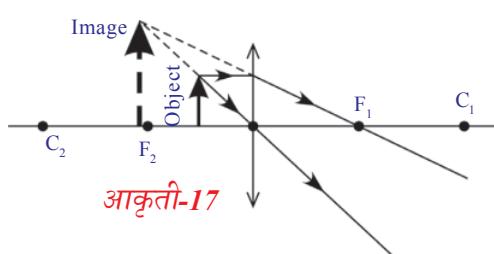


5. नाभीवर वस्तु ठेवली असतांना

जेव्हा वस्तुला नाभीवर (F_2) ठेवल्या जाते तेव्हा त्या वस्तुची प्रतिमा अनंत दुर असते. आकृती 16 पाहा. अनंत अंतरावर तयार झालेली प्रतिमाच्या परिमाणाची आणि त्याच्या स्वभावाची चर्चा आपण करु शकत नाही.



6. नाभी आणि प्रकाशीय मध्यामध्ये वस्तु ठेवली असतांना.



जेव्हा आपण वस्तुला नाभी आणि प्रकाशीय मध्यामध्ये ठेवतो, तेव्हा आपणास आभासी प्रतिमा मिळते. ती ताठ(सरळ) आणि मोठी झालेली असते. तिचे परिमाण वस्तुपरिमाणापेक्षा मोठे असते.

आकृती 17 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे किरण चित्रावुन तुमच्या लक्षात येते की, तयार झालेली प्रतिमा आभासी

असुन ती सरळ व ज्या ठिकाणी वस्तु ठेवली आहे त्याच्या बाजुला ती प्रतिमा तयार होते. त्या प्रतिमेचे परिमाण त्या वस्तुच्या परिमाणापेक्षा जास्त असते ती मोठी झालेली प्रतिमा आहे . (*magnified image*)

वरील प्रतिमेच्या तयारीत आपणास दोन गोष्टी समजून येते.

1. आभासी प्रतिमा तयार झाल्यामुळे त्या प्रतिमेला आपण दोन्ही डोळ्यांनी पाहू शकतो. इतर सर्व संदर्भात तयार झालेली प्रतिमा वास्तव असल्यामुळे आपल्या डोळ्यांनी पाहू शकत नाही. परंतु प्रतिमेला पडद्यावर उमटल्यास पाहू शकतो.
2. वस्तु ठेवलेल्या भिंगाच्या बाजुला मोठी केलेली आभासी प्रतिमा तयार होते. अशात्तेने तुम्ही भिंगाव्दारे पाहिलेली प्रतिमा वास्तव नसुन ती वस्तुची आभासी प्रतिमा आहे.

बहिवक्र भिंगाच्या अशा विशिष्ट गुणधर्मामुळे त्याचा उपयोग प्रतिमा मोठी करणाऱ्या सुक्ष्मदर्शक बनविण्यासाठी होतो. भिंगाच्या नाभ्यांतरा पेक्षा कमी अंतरावर वस्तु ठेवली असतांनाच फक्त आभासी प्रतिमा तयार होणे शक्य आहे. याची तुम्हाला आठवण आहे ना.

आतापर्यंत आपण मुख्य अक्षावर विविध स्थानावर वस्तुंना ठेऊन बहिवक्र भिंगाव्दारे प्रतिमा तयार होणाऱ्या प्रकाश किरणाचे चित्र काढले. वस्तुंना C_1 आणि F_1 मध्ये ठेवल्या असतांना अंतर्वक्र भिंगाव्दारे प्रतिमा तयार होणाऱ्या प्रक्रियेला दर्शविणारे किरण काढा.

- तुम्हाला काय निरक्षणास आले ?

आपण बहिवक्र भिंगाव्दारे तयार होणाऱ्या प्रतिमेला दर्शविणारे काढलेले चित्र आणि तुम्ही काढलेल्या किरण

चित्राची पडताळणी करा. आकृती-18 पाहा. वस्तुच्या दुसऱ्या स्थानासाठी किरणाचे चित्र काढण्याचा प्रयत्न करा. तुमच्या लक्षात येते की, मुख्य अक्षावरील वस्तुच्या स्थानाची पर्वा न करता तुम्हाला बहिवक्र भिंगाच्या नाभीय आणि प्रकाशीय मध्य यामध्ये सरळ, आभासी प्रतिमा लहान परिमाणात मिळेल. किरण चित्राची काही उदाहरणे पाहू या.

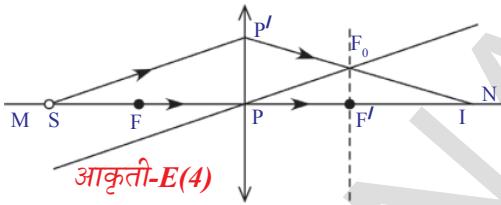
उदाहरण 4

बहिवक्र भिंगाच्या मुख्य अक्षावर MN, नाभी (F) च्या पलीकडे एक बिंदु रूप वस्तु (S) ठेवली असतांना प्रतिमेचे स्थान निश्चित करण्यासाठी किरण चित्र काढा. आकृती E(4) पाहा.

सोडवणुक

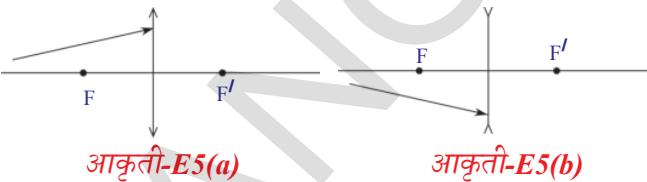
- नाभी (F) मधुन जाणारी मुख्य अक्षाला लंब असणारी रेषा काढा.

- बिंदुरूपीवस्तु (S) पासुन कोणत्याही दिशेत भिंगावर (P') बिंदुजवळ मिळाणारे एक किरण काढा.
- बिंदुरूपी वस्तु (S) पासुन काढलेले किरणाला समांतर असलेली दुसरी समांतर रेषा अशारीतीने काढा की, ती प्रकाशीय मध्यातुन (P) गेली पाहिजे. ही रेषा स्तंभीकेला F_O वर छेदते.
- आता P' बिंदुपासुन निघणारी आणि F_O बिंदु मधून जात मुख्य अक्षाला (I) नावाच्या बिंदुवर छेदणारी दुसरी रेषा काढा.
- 'I' ही (S) बिंदुरूपी वस्तुची प्रतिमा आहे.



उदाहरण 5

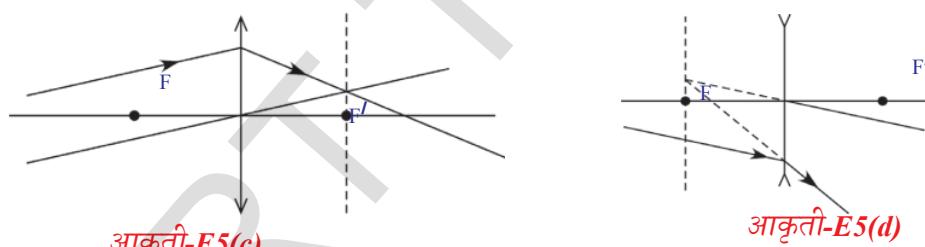
आकृती E5(a) आणि E5(b) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे, प्रकाश किरणे भिंगातुन जाऊन निर्माण होणाऱ्या अपवर्तन किरणाचा मार्ग दाखविणाऱ्या किरणाचे चित्र काढा.



सोडवणुक:

किरण चित्र काढण्यासाठी उदाहरण (4) मधील उल्लेख केलेल्या पायऱ्यांचे पालन करा.

त्या किरणाचे मार्ग आ. E5(c) आणि 5(d) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे राहते हे तुमच्या लक्षात येते.



- भिंगाव्दारे प्रयोग केल्यास किरण चित्राव्दारे दाखविलेल्या परिमाण येतात हे आपणास प्रत्यक्ष कृतीव्दारे कल्युन येते का? चला पाहू या.

कृती 2

एक V- स्टड घेऊन त्यास (दोन मिटर) मोठ्या टेबलावर मध्यभागी ठेवा. बहिवक्र भिंगाला V-स्टॅंडवर ठेवा. भिंगाच्या मुख्य अक्षाची कल्पना करा. मेणबर्तीला पेटवुन तुमच्या मित्राला त्या मेणबर्तीला मुख्य अक्षावरून भिंगाच्या दुर नेण्यास सांगा. पदच्याला (अक्षावर लंब दिशेत ठेवलेला एक पांढरा कागद) त्यावर प्रतिमा येईपर्यंत निट करून घ्या.

- हि प्रतिमा दिसण्यासाठी आपण पदच्याचा उपयोग का करीत आहे? आपण त्या प्रक्रियेला आपल्या डोळ्यांनी प्रत्यक्षपणे का पाहू शकत नाही?

v-स्टॅडवरील भिंगापासुन प्रतिमेचे अंतर मोजा आणि मेणबत्ती आणि स्टॅड मधील अंतर सुध्दा मोजा.

त्यांच्या किंमती तक्ता -1 मध्ये नमुद करा.

तक्ता 1

वस्तुचे अंतर (u)	प्रतिमेचे अंतर (v)	नाभीय अंतर (f)

आता भिंगापासुन 30 से.मी. अंतरावर मेणबत्तीला अशा प्रकारे ठेवा की, मेणबत्तीची ज्योत त्या भिंगाच्या मुख्य अक्षावर आली पाहिजे. पडद्याच्या दुसऱ्या बाजुला मेणबत्तीच्या ज्योतीची प्रतिमा येण्यासाठी प्रयत्न करा. स्पष्ट आकृती येईपर्यंत पडद्याला निट करा. प्रतिमेचे भिंगापासुन अंतर (v) मोजून 'u' आणि 'v'

च्या किंमती तक्ता -1 मध्ये नमुद करा. वस्तुला भिंगा पासुन 50 से.मी., 40 से.मी., 30 से.मी. इत्यादी विविध अंतरावर ठेऊन या कृतीला पुन्हा करा. यासर्व संदर्भात येणाऱ्या प्रतिमेचे अंतर तक्ता-1 मध्ये नमुद करा.

- प्रत्येक वस्तु अंतरासाठी तुम्हाला पडद्यावर प्रतिमा मिळते का?
- काही संदर्भात वस्तु अंतरासाठी प्रतिमा का येत नाही?
- वस्तु अंतर कमीत कमी असल्यास वास्तव प्रतिमा तयार होते हे तुम्ही माहित करु शकता का?
- वास्तविक प्रतिमा देणाऱ्या त्या कमीत कमी वस्तु अंतराला तुम्ही काय म्हणता?
- पडद्यावर प्रतिमा तयार न होणाऱ्या संदर्भात पडद्या ऐवजी तिथे तुमचा डोळा ठेऊन सरळ प्रतिमा पाहण्याचा प्रयत्न करा.
- तुम्ही प्रतिमा पाहु शकता का?
- तुम्ही पाहिलेली प्रतिमा कोणती आहे?
- भिंग ठेवलेल्या बाजुला तुम्हाला ठेवलेल्या वस्तुची प्रतिमा मोठी झालेली दिसुन येते. ही वस्तुची आभासी प्रतिमा आहे. त्याला आपण पडद्यावर पकडु शकत नाही.
- या आभासी प्रतिमेचे प्रतिमाअंतर तुम्ही काढु शकता का?
- तक्ता 1 मध्ये मेणबत्तीच्या विविध स्थानासाठी (u) तुम्हाला वेगवेगळ्या किंमती 'v' मिळाल्या आहे.
- तक्ता 1 मध्ये नमुद केलेल्या किंमतीवरून भिंगाचे नाभीय अंतर माहित करु शकता का?
- 'u', 'v' आणि 'f' मध्ये आपण संबंध स्थापन करु शकतो का?
- चला माहित करु या.

एका बहिवक्र भिंगासमोर मुख्य अक्षावर एक वस्तु OO^I आकृती 19 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे ठेवली आहे. समजा त्या वस्तुच्या विरुद्ध बाजुला भिंगाव्दारे तयार झालेली प्रतिमा II^I आहे. आकृती 19 चे निरिक्षण करा.

- प्रतिमा कशी तयार झाली?

भिंगाचे सुत्र (Lens formula)

O' पासून निघणारे किरण मुख्य अक्षांशी समांतर प्रवास करीत ते भिंगावर पडते, आणि अपवर्तनानंतर आकृती 19 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे नाभी F_1 मधुन जाते. (O'), बिंदुची प्रतिमा (I') ला ओळखण्यासाठी भिंगाचे प्रकाशिय मध्यातुन P जाणाऱ्या दुसऱ्या किरणाचा सुध्दा विचार करून भिंगाच्या प्रकाशीय माध्यातुन P जाणाऱ्या कोणत्याही किरणाचा मार्ग विचलीत होत नाही.

O' पासून निघणारे किरण भिंगाच्या प्रकाशिय मध्यातुन P जाणारे किरण अपवर्तन किरणाला (पहिले किरण) I' बिंदुवर मिळते. ही O' बिंदुरूपी वस्तुची प्रतिमा आहे. अशारीतीने मुख्य अक्षावरील O बिंदुची प्रतिमा मुख्य अक्षावरील I बिंदुवर (आकृती 19 पाहा) तयार होते. आपणास OO' वस्तुची II' उलटी प्रतिमा मिळते. .

PO, PI आणि PF_1 हे अनुक्रमे वस्तुचे अंतर, प्रतिमा अंतर, नाभी अंतर आहेत. आकृती 19 वरून त्रिकोण $PP'F_1$ आणि त्रिकोण F_1II' हे समरूप त्रिकोण आहेत.

$$\Rightarrow PP'/II' = PF_1/F_1 \quad \dots \dots \dots (1)$$

परंतु आकृती 19 वरून

$$F_1I = PI - PF_1$$

F_1I ची किंमत समीकरण (1) मध्ये ठेवल्यास

$$PP'/II' = PF_1/(PI - PF_1) \quad \dots \dots \dots (2)$$

आकृती 19 नुसार $OO'P$ आणि PII' ही समरूप त्रिकोण आहेत.

यात्रिकोणावरून आपणास $OO'/II' = PO/PI$ येते.

परंतु आकृती (19) वरून $OO' = PP'$ म्हणुन

$$PP'/II' = PO/PI \quad \dots \dots \dots (3)$$

(2) आणि (3) वरून आपणास

$$PO/PI = PF_1/(PI - PF_1) \text{ येते.}$$

$$PI/PO = (PI - PF_1)/PF_1$$

$$PI/PO = PI/PF_1 - 1$$

समीकरणाला PI नी भागले असता.

$$1/PO = 1/PF_1 - 1/PI$$

$$1/PO + 1/PI = 1/PF_1 \quad \dots \dots \dots (4)$$

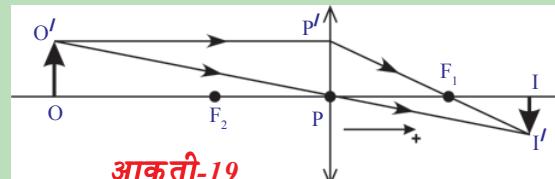
वरील समीकरणात बहिवक्र भिंगाच्या साहाय्याने वस्तुच्या विशिष्ट संदर्भावरून साध्य केले आहे. यास समान्य रूपात बदलण्यासाठी संज्ञा रुढीचा वापर करावा लागतो.

संज्ञा रुढीनुसार

$$PO = -u; PI = v; PF_1 = f$$

या किंमतीना समीकरण 4 मध्ये ठेवल्यास

$$1/v - 1/u = 1/f \text{ येते.}$$



या समीकरणाला भिंग सुत्र असे म्हणतात. याचा उपयोग कोणत्याही भिंगासाठी होतो. परंतु समीकरणाचा उपयोग करतांना संज्ञेची परंपरा आठवण केली पाहिजे.

आपणास 'u' आणि 'v' च्या किंमती तक्ता -1 मध्ये दिल्या असून त्यांचे मापन कृती -2 मध्ये केले आहे. 'u' आणि 'v' च्या प्रत्येक किंमती साठी तक्त्यातील किंमतीवरून भिंगाचे नाभीय अंतर काढता येते?

- प्रत्येक किंमतीच्या संचासाठी नाभीय अंतर सारखे येते का?

तुमच्या लक्षात आले की, वस्तु अंतर आणि प्रतिमा अंतराची पर्वा न करता नाभीय अंतर सारखेच येते. जर तुम्हाला नाभीय अंतर समान न आल्यास प्रयोगात कुठेतरी चुक झालेली असते. अशा संदर्भात सर्व किंमतीची सरासरी माहित करवी लागते. ही सरासरी नाभीय अंतर एवढीच असते.

चला काही उदाहरणे पाहू या.

उदाहरण 6

एका टेबलावर विद्युत दिवा आणि पडदा एका सरळ रेषेत 1 मी. अंतरावर ठेवलेला आहे. 21 से.मी. नाभीय अंतर असलेल्या बहिवक्र भिंगाला यांच्या मधात कोणत्या स्थानी ठेवल्यास स्पष्ट प्रतिमा तयार होते?

सोडवणुक

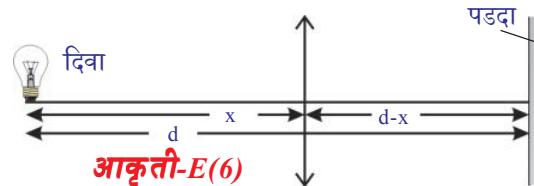
विद्युत दिवा आणि पडद्यामधील अंतर 'd' आणि दिवा आणि भिंगामधल अंतर 'x' मानु. आकृती E-6 वरून $u = -x$ आणि $v = d-x$ या किंमतीना भिंग सुत्रात ठेवल्यास

$$1/f = 1/(d-x) + 1/x \text{ येते.}$$

समीकरण सोडविल्यानंतर आपणास येते.

$$x^2 - dx + fd = 0$$

हे वर्गसमीकरण असल्यामुळे आपणास दोन उकली येतात. वरील समीकरणाच्या उकली



$$x = [d \pm \sqrt{(d^2 - 4fd)}] / 2 \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$f = 21 \text{ से.मी.} \text{ आणि } d = 1 \text{ मी.} = 100 \text{ से.मी.} \text{ दिलेले आहे.}$$

या किंमतीना समीकरण 1 मध्ये ठेवल्यास आपणास

$$x_1 = 70 \text{ से.मी.} \text{ आणि } x_2 = 30 \text{ से.मी.} \text{ येते.}$$

सुचना: f ची किंमत 25 से.मी. किंवा त्यापेक्षा कमी असल्यास विद्युत दिव्याची प्रतिमा स्पष्ट दिसते.

समीकरण 1 चा वापर करून या विषयाची चर्चा करा. यासाठी तुमच्या शिक्षकांची मदत घ्या.

- भिंगाचे नाभीय अंतर कोणत्या घटकावर अवलंबुन असते ?
चला माहित करु या.

कृती 3

कृती -2 मध्ये वापरलेली भिंग घ्या. त्या कृतीमध्ये मोजलेल्या भिंगाच्या नाभीय अंतराच्या सरासरीची नोंद करा. एका निमुळत्या बुडाच्या काचेच्या ग्लाससारखे दंडगोलाकृती पात्र घ्या. त्या पात्राची उंची भिंगाच्या नाभीय अंतरापेक्षा मोठी असली पाहिजे. (आपणास भिंगाच्या नाभीय अंतरा पेक्षा चार पट लांबी(खोली) असलेले पात्र हवे आहे) पात्राच्या तळाशी एक काळा दगड ठेवा. आता पात्रात पाणी एका विशिष्ट उंचीपर्यंत असे भरा की, दगडाच्या वरच्या भागापासुन त्या उंचीपर्यंत असलेल्या पाण्याची पातळी त्या भिंगाच्या नाभीय अंतरा पेक्षा जास्त असली पाहिजे. आता वृत्ताकार चिमट्याच्या मदतीने भिंगाला आकृती 20 मध्ये दगडाच्या वर दाखविल्या प्रमाणे आडवी बुडवा. दगड आणि भिंगामधील अंतर हे त्या समान किंवा कृती 2 मध्ये मोजलेल्या भिंगाच्या नाभीय अंतरापेक्षा कमी असेल असे पकडुन ठेवा. आता भिंगाव्दरे दगडाकडे पाहा. (ही कृती घराबाहेर करा)

- तुम्ही दगडाची प्रतिमा पाहु शकता का ?
- जर होय / नाही तर त्यासाठी कारणे द्या ?

जर भिंग आणि दगडामधील अंतर भिंगाच्या नाभीय अंतरा पेक्षा कमी असल्यास (हवेत) तुम्ही दगडाची प्रतिमा पाहु शकता. आता दगडाची प्रतिमा अदृष्य होईपर्यंत भिंग आणि दगडामधील अंतर वाढवा.

- या कृतीवरून तुम्ही काय निष्कर्ष काढाल ?
- भिंगाचे नाभीय अंतर सभोवतालच्या माध्यमावर अवलंबुन असते का ?

हवेतील भिंगाच्या नाभीय अंतरापेक्षा जास्त उंचीवर तुम्ही भिंगाला बुडविले आहे. परंतु तुम्ही प्रतिमा पाहु शकता. (जेव्हा भिंग वर नेत्यास तुम्हाला प्रतिमा दिसणार नाही) या वरून भिंगाचे नाभीय अंतर पाण्यात वाढते हे दिसुन येते. अशातच्छेने आपण निष्कर्ष काढु शकतो की, भिंगाचे नाभीय अंतर त्या भिंगाला ठेवलेल्या माध्यमावर अवलंबुन असते.

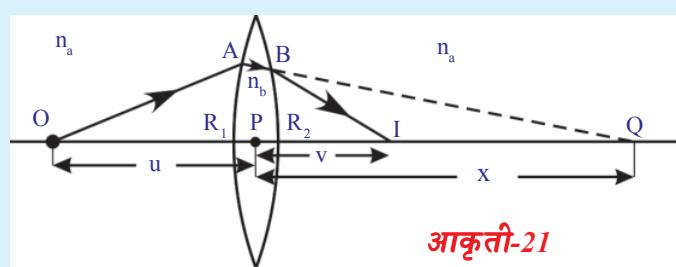


आकृती-20

भिंग तयार करण्याचे सुत्र (Lens maker's formula)

आकृती 21 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे एका पातळ भिंगाच्या मुख्य अक्षावर बिंदु वस्तु 'O' ठेवली आहे. याची कल्पना करा. भिंग ठेवलेल्या माध्यमाचा अवपर्तनांक n_a आणि भिंगाचा अपवर्तनांक n_b समजु.

आकृती 21 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे 'O' पासुन निघालेले एक प्रकाश किरण R_1 वक्रता त्रिज्या असलेल्या भिंगाच्या एका बहिवक्र पृष्ठावर A बिंदु जवळ पतन होते असे समजु या.



आकृती-21

आपाती किरण A.वर परावर्तीत होते.

अंतर्वक्र पृष्ठभाग नसल्यास प्रतिमा Q येथे तयार होते असे मानू.

आकृती (21)वरुन

वस्तुचे अंतर

$PO = -u;$

प्रतिमेचे अंतर

$v = PQ = x$

वक्रता त्रिज्या

$R = R_1$

$$n_1 = n_a \text{ आणि } n_2 = n_b$$

$$\text{वरील किंमतीना समीकरणा } \frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{(n_2 - n_1)}{R}$$

$$\Rightarrow \frac{n_b}{x} + \frac{n_a}{u} = \frac{(n_b - n_a)}{R_1} \quad \dots \dots \dots (1)$$

परंतु वास्तविकपणे A वर अपवर्तन झालेले किरण (R_2) वक्रता त्रिज्या असलेल्या दुसऱ्या बिंदु B वर अपवर्तन होऊन B जवळ अपवर्तन झालेले किरण मुख्य अक्षावरील I बिंदुजवळ पोहोचते.

वस्तुचे प्रतिमा Q ला अंतर्वक्र पृष्ठभागामुळे त्या पृष्ठभागासाठी वस्तु म्हणुन घेतल्या जाते. म्हणुन आपण म्हणु शकतो, की अंतर्वक्र पृष्ठभागासाठी Q ची प्रतिमा I होते. आकृती 21 पाहा.

वस्तुचे अंतर

$u = PQ = +x$

प्रतिमाचे अंतर

$PI = v$

वक्रता त्रिज्या

$R = -R_2$

अपवर्तनासाठी, भिंगाच्या अंतर्वक्र पृष्ठभागास माध्यम - 1 आणि सभोवती असलेल्या माध्यमानां माध्यम - 2 म्हणुन विचारात घेतल्या जाते. म्हणुन अपवर्तनाकाच्या प्रत्ययाची परस्पर अदलाबदल होते. त्यानंतर

$$n_1 = n_b \text{ आणि } n_2 = n_a$$

$$\text{वरील किंमतीना समीकरणात } \frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{(n_2 - n_1)}{R}$$

$$\frac{n_a}{v} - \frac{n_b}{u} = \frac{(n_a - n_b)}{(-R_2)} \quad \dots \dots \dots (2)$$

(1) आणि (2) ला मिळविल्यास

$$\Rightarrow \frac{n_a}{v} + \frac{n_a}{u} = (n_b - n_a)(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2})$$

दोन्ही बाजुनी n_a , ने भागल्यास आपणास

$$\Rightarrow \frac{1}{v} + \frac{1}{u} = (n_b/n_a - 1)(1/R_1 + 1/R_2) \text{ येते.}$$

$n_b/n_a = n_{ba}$ ला सभोवतलाच्या माध्यमाशी संबंधीत भिंगाचा अपवर्तनांक म्हणतात.

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = (n_{ba} - 1)(1/R_1 + 1/R_2)$$

हे विशिष्ट संदर्भात अंतर्वक्र भिंगासाठी साध्य केल्या जाते. यासाठी आपणास यासंबंधाला सामान्य रूपात मांडले पाहिजे. यासाठी संज्ञेच्या परंपराची आपण वापर करतो. या विशिष्ट संदर्भासाठी संज्ञेच्या रुढीचा नियम पाळण्यास

$$\text{आपणास } \frac{1}{v} - \frac{1}{u} = (n_{ba} - 1)(1/R_1 - 1/R_2) \text{ येते.}$$

आपणास माहित आहे की,

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

महान्

जर सभोवतालचा माध्यम हवा असल्यास सापेक्ष अपवर्तनांक हा भिंगाचा निरपेक्ष अपतर्वनांक होतो.

$$1/f = (n - 1)(1/R_1 - 1/R_2) \quad \dots \dots \dots (4)$$

याचा उपयोग फक्त भिंग हवेत असतांना होतो.

येथे n हा निरपेक्ष अपवर्तनांक, आणि या समीकरणाला भिंग तयारीचे सुत्र असे म्हणतात.

सुचना : या धड्यातील कोणतेही सुव्र साध्य करण्यासाठी नेहमी संज्ञा रुढीचा उपयोग करतात आणि वरील सूत्राचा उपयोग कोणत्याही पातळ भिंगासाठी होती.

जर ती भिंगाच्या अपतर्वनाकापेक्षा लहान अपवर्तनांक असलेल्या माध्यमात ठेवल्यास अभिसारी भिंगासारखी वागते. या भिंगाच्या अपवर्तनांक पेक्षा मोठा अपतर्वनांक असलेल्या पारदर्शक माध्यमात ठेवल्यास ती अपसारी भिंगासारखी वागते.

उदाहरणात पाण्यातील हवेचे बऱ्बऱ्डे अंतर्वक्त्र भिंगासारखे वागतात.

भिंग तयारीचे सुत्राचे उदाहरण पाहू या.

उदाहरण 7

अपवर्तनांक $n = 1.5$ असलेल्या एका विद्युतर्वक्रम भिंगाला हवेत ठेवले आहे. भिंगाच्या दोन वक्रपृष्ठाची त्रिज्या $R_1 = 30\text{ से.मी.}$ आणि $R_2 = 60\text{ से.मी.}$ आहे. तर त्या भिंगाचे नाभीय अंतर काढा?

सोडवणुकः

आकृती E-7 वरुन संज्ञेच्या रुंदीनुसार

$R_1 = -30$ से.मी., $R_2 = 60$ से.मी. आणि $n = 1.5$ दिलेले आहे.

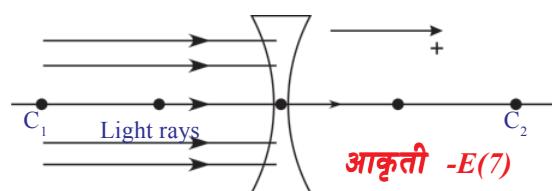
$$1/f = (n-1)(1/R_1 - 1/R_2) \text{ वापर्ण}$$

$$1/f = (1.5 - 1)[1/(-30) - 1/60]$$

यास सोडविल्यास

$f = -120$ से.मी. येते.

येथे वजा म्हणजे भिंग अंतर्गोल आहे.



सहत्वाचे शब्द

भिंग, नाभीय अंतर, नाभी, प्रकाशीय मध्य, मुख्य अक्ष वक्रता,
त्रिज्या, वक्रता त्रिज्या, वक्रता केंद्र



आपण काय शिकलोत

- n_1 अपवर्तनांक असलेल्या माध्यमापासुन n_2 अपवर्तनांक असलेल्या माध्यमात R वक्रता त्रिज्या असलेल्या वक्रपृष्ठातुन एक प्रकाश किरण जातांना $n_2/v - n_1/u = (n_2 - n_1)/R$ सुत्राचा उपयोग करतात.
- एका माध्यमाला दुसऱ्या माध्यमापासुन वेगळे करणाऱ्या दोन पृष्ठभागापैकी एक पृष्ठभाग वक्र असल्यास त्यास भिंग असे म्हणतात.
- भिंगाचे सुत्र $1/f = 1/v - 1/u$ आहे.
येथे f नाभीय अंतर, u हे वस्तु अंतर आणि v प्रतिमा अंतर आहे.
- भिंग तयारीचे सुत्र आहे.
 $1/f = (n-1)(1/R_1 - 1/R_2)$
येथे R_1 आणि R_2 वक्रता त्रिज्या आहेत. n हा अपवर्तनांक आणि f नाभीय अंतर आहे.
- बहिवक्र भिंगाने तयार झालेल्या प्रतिमाचे लक्षणे.

Position of the object	Position of the Image	Characteristics of the image
At infinity	Focal Point	Point Image
Beyond C_1	Between F_2 & C_2	Inverted, Diminished & Real
At C_1	On C_2	Inverted, Same size & Real
Between F_1 & C_1	Beyond C_2	Inverted, Magnified & Real
At F_1	Infinity	-
Between F_1 & P	Beyond F_2	Erect, Magnified & Virtual



आपल्या अभ्यासात सुधारणा करा

I. संकल्पनेवर प्रतिसंदेश

1. भिंग तयारीचे सुत्र लिहून त्यामध्ये असलेल्या पंदाचे स्पष्टीकरण करा ? (AS1)
2. पाण्यात बहिवक्रभिंग ठेवल्यास त्या भिंगाचे नाभीय अंतर वाढते हे प्रयोगाव्दारे तुम्ही कशी पडताळणी कराल ? (AS1)
3. भिंगाचे नाभीय अंतर प्रयोगाव्दारे तुम्ही कसे माहित कराल ? (AS1)
4. खालील संदर्भातील स्थानासाठी किरण चित्र काढा आणि प्रतिमेचा स्वभाव आणि स्थानाचे स्पष्टीकरण द्या ?
 - i. वस्तु C_2 वर ठेवली असतांना
 - ii. वस्तु F_2 आणि प्रकाशित मध्य P च्या मध्ये ठेवले असता ? (AS5)

II. संकल्पनेचे उपयोजन

1. एका माणसाला झेवा चे छायाचित्र काढायचे आहे. त्या व्यक्तीने कॅमेर्याच्या भिंगावर काचाची काळी पट्टी बसवुन एका पांढऱ्या गाढवाचे छायाचित्र काढले. तर त्याला कोणता फोटो येतो ? स्पष्ट करा ? (AS1)
2. दोन अभीसारी भिंगाना समांतर किरणाच्या मार्गात अशा प्रकारे ठेवा की, त्या दोन भिंगातुन प्रकाश किरण गेल्यानंतर ती किरणे समांतर असायला पाहिजे. यासाठी भिंग कशा प्रकारे ठेवाल ? किरणाचे स्वच्छ चित्र काढून स्पष्ट करा ? (AS1)

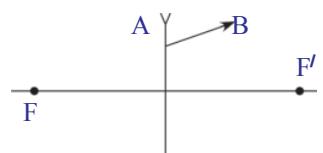
3. एका अभिसारी भिंगाचे नाभीय अंतर 20 से.मी. आहे. त्या भिंगापासुन वस्तु 60 से.मी. अंतरावर आहे. तर वस्तुची प्रतिमा कुठे तयार होते. आणि ती कोणत्या प्रकारचे असते? (AS1)
(उत्तर: वास्तव, पुस्ट, उलटी प्रतिमा भिंगापासुन 30 से.मी.अंतरावर तयार होते.)
4. एका व्दिवक्र भिंगाला 'R' त्रिज्या आणि $n=15$ अपवर्तनांक असलेले दोन पृष्ठभाग आहे. तर नाभीय अंतर 'f' काढा? (AS1)
5. हषर्ष सिधुला म्हणाला की, व्दिबहिवक्र भिंग अभीसरी भिंगासाठी वागते. परंतु सिधुला माहिती आहे की, हषर्षचे म्हणने चुकीचे आहे, सिधुने हषर्षला काही प्रश्न विचारून चुक दुरुस्ती केली? तर ती प्रश्न कोणते असेल? (AS2)
6. कॅमेच्याने आभासी प्रतिमेचा फोटो काढता येते का? (AS2)
7. प्रयोगाचे परिणाम, किरण चित्राचे परिणाम एक सारखेच असते. असल्या कारणाने त्याचे अभिनंदन कसे कराल? (AS6)
8. एका सममीत अभिसारी भिंगाचे नाभीय अंतर त्यांच्या पृष्ठभागा मध्य वक्रता त्रिज्ये समान असल्यास त्याचा अपतर्वनांक काढा? (AS7) (उत्तर :1.5)
9. दोन बहिर्वक्र अंतर्वक्र अभिसारी भिंगाची 24 से.मी. अपवर्तनांक $n=1.5$ असलेल्या काचेचे एक बहिर्वक्र - अंतर्वक्र अभिसारी भिंग तयार केले आले. त्याचे नाभीय अंतर 24 से.मी. त्याची एक वक्रता त्रिज्या दुसऱ्या वक्रता त्रिज्येच्या दुप्पट आहे तर त्या दोन्ही वक्रता त्रिजेच्या किंमती काढा? (उत्तर: $R_1=6$ से.मी., $R_2=12$ से.मी.) (AS7)

III. उच्च विचार श्रेणीचे प्रश्न

1. आकृती Q-1. मध्ये दाखविल्या प्रमाणे बहिर्वक्र भिंग तीन वेगवेगळ्या पदार्थांनी बनलेली आहे. ती किती प्रतिमा तयार करते? (AS2)
2. तुमच्या जवळील भिंगाचे नाभीय अंतर माहित करणाऱ्या एका प्रयोगा बदल सुचवा. (AS3)
3. या धड्यातील तत्का-1 मधील कृती-2 व्दारा आलेल्या माहितीचा वापर करून u vs v आणि $1/u$ vs $1/v$ चा आलेख काढा? (AS5)
4. अपसार भिंगाव्दारे जाणाऱ्या AB किरणाला आकृती Q-4 मध्ये दाखविले आहे. भिंगाच्या नाभीच्या स्थानावरून त्या किरणाच्या मार्गाची भिंगापर्यंत रचना करा? (AS5)
5. एका बिंदुरूपी वस्तुला $N_1 N_2$ मुख्य अक्षावर असलेल्या भिंगाने तयार केलेली प्रतिमा आ. Q-5 मध्ये दाखविले आहे. किरणे चित्राच्या मदतीने त्या भिंगाचे स्थान आणि नाभीय स्थान माहित करा? (AS5)
6. आकृती Q-6 मध्ये दाखविलेल्या वस्तुचे स्थान S आणि त्यांची प्रतिमा S' चा उपयोग करून किरण चित्र काढून नाभी माहित करा? (AS5)
7. 40 से.मी. नाभीय अंतर असलेल्या अभिसारी भिंगावर समांतर किरणे पतन होतात. 15 से.मी. नाभीय अंतर असलेल्या अंतर्गोल भिंगाला कोणत्या ठिकाणी ठेवल्यास



आकृती-Q(1)



आकृती-Q(4)



आकृती-Q(5)



आकृती-Q(6)

भिंगाव्दारे प्रवास केल्यानंतर ती किऱणे समांतर येतात? किऱण चित्र काढा? (AS5)

- दोन बिदुरूपी प्रकाशाच्या स्त्रोतामधील अंतर 24 से.मी. आहे. दोन्ही स्त्रोताची प्रतिमा एकाच ठिकाणी येण्यासाठी $f=9$ से.मी. नाभीय अंतर आलेली अभीसारी भिंग कुठे ठेवली पाहिजे ?(AS7)
 - तुम्ही एका स्विर्मिंग पुलाच्या पाण्यात एका कडेजवळ उभे आहात. कडेवर तुमच्या मित्र उभा आहे. तुम्हाला तुमचा मित्र त्याच्या वास्तव उंची पेक्षा उंच दिसतो का ? ठेंगणा दिसतो कारणे द्या ?(AS7)

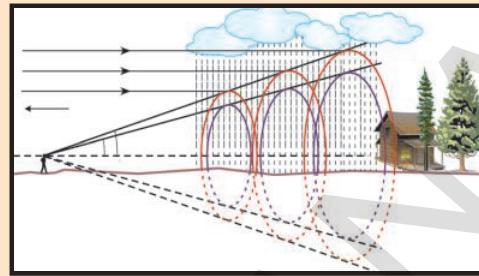
योग्य पर्याय निवडा

सूचवलेले प्रयोग

- भिंगाचे नाभीय अंतर माहित करण्यासाठी प्रयोग करा?
 - एका प्रणालीत f_1 आणि f_2 नाभीय अंतर असलेले दोन भींग आहेत. त्या प्रणालीचे नाभीय अंतर प्रयोगाव्दरे कसे माहित कराल? जेव्हा
 - दोन्ही भिंग एकमेकांना स्पर्श करत आहेत.
 - दोन्ही एकाच मुख्य अक्षावर 'd' अंतरावर आहे. (AS3)

सुचवलेले प्रकल्प

1. चष्माच्या दुकानात उपलब्ध असलेल्या भिंगाची माहिती गोळा करा. भिंगाच्या सामर्थ्या वरून त्याचे नाभीय अंतर कसे ठरविता येते माहित करा? (AS4)
2. दोन निरीक्षण काच घ्या आणि त्यांना जोडा त्यामध्ये दोन विभिन्न द्रव (उदा. पाणी, नवरत्न तेल) ओता. आणि या दोन भिन्न पदार्थांनी ते भिंग सारखे काम करणार. या भिंगासमोर प्रकाशाचे स्त्रोत ठेवा आणि निरीक्षणाची नोंद करून त्यावर अहवाल तयार करा?



मानवी डोळा आणि रंगीत विश्व (Human Eye and Colourful world)

भिंगाब्दारे प्रकाशाचे अपवर्तन तुम्ही मागील धड्यात शिकला आहात. वस्तुच्या विभिन्न अंतरासाठी भिंग व्दारे तयार झालेल्या प्रतिमेचा स्वभाव, स्थान आणि सापेक्ष आकारा विषयी तुम्ही शिकला आहात. ९ व्या वर्गातील जिवशास्त्राच्या पाठ्यपुस्तकामधील ६ वा धडा ज्ञानेंद्रिय मध्ये मानवी डोळ्याची रचना स्पष्ट केली आहे. दृष्टीच्या संवेदनाच्या नियमावर मानवी डोळा कार्य करते. वस्तुवर पडलेल्या प्रकाश विखरून आपल्या डोळ्य्या पर्यंत पोहचण्याने आपण वस्तुला पाहू शकतो. डोळ्यात एक भिंग असते.

मागील धड्यात भिंगाचे नाभीय अंतर आणि वस्तुचे अंतर हे प्रतिमेचे स्थान, स्वभाव आणि आकार ठरवतात. असे तुम्ही माहित केलेले आहेत.

- मानवी डोळ्यातील भिंगाचे कार्य काय आहे?
- लंब अंतर आणि कमी अंतरावरील वस्तु पाहण्यासाठी याची कशी मदत होते?
- सर्व संदर्भात सारख्या अंतरावर असलेल्या वस्तुची प्रतिमा दृष्टीपटाला (retina) वर तयार होणे कसे साध्य आहे?
- आपल्या डोळ्य्या समोर असलेल्या सर्व वस्तुना आपण स्पष्टपणे पाहू शकतो का?
- दृष्टीचे दोष दुर करण्यासाठी चष्मा मध्ये कसे भिंग वापरतात?

या प्रश्नांची उत्तरे देण्यासाठी तुम्हाला मानवी डोळ्याची रचना व ते कसे कार्य करते या विषयी समजून घेणे महत्वाचे आहे.

आपल्या दृष्टी (vision) विषयी काही आश्चर्य कारक गोष्टींना माहित करण्यासाठी खालील कृती करु या.

स्पष्ट दृष्टीचे किमान अंतर (Least distance of distinct vision)

कृती १

एका पुस्तकाला उघडुन तुमच्या डोळ्या समोर काही अंतरावर धरून वाचण्याचा प्रयत्न करा. हळूने त्या पुस्तकाला तुमच्या डोळ्या कडे डोळ्याच्या अगदी जवळ आणा.

- तुम्हाला कोणता बदल निरक्षणास आला?

पुस्तकातील अक्षर आपल्याला अंधुक (blurred) दिसतात किंवा तुमच्या डोळ्यावर जास्त ताण पडतो.

पुस्तकातील अक्षरांना तुमच्या डोळ्यावर कोणताही ताण पडु न देता वाचेल अशा स्थाना पर्यंत हल्दुने पुस्तकाला हलवा. या स्थितीमध्ये पुस्तक आणि तुमच्या डोळ्या मधील अंतर तुमच्या मित्राकडुन मोजुन घ्या. त्या किंमतीची नोंद करा. याच कृत्याला तुमच्या मित्रा सोबत करा. प्रत्येक जण पुस्तकाच्या किंती लांबीवर असतांना अक्षर स्पष्टपणे वाचु शकतात. हे अंतर मोजा.

स्पष्ट दृष्टीच्या सर्व अंतराची सरासरी माहिती करा.

- सरासरी अंतराची किंमत किंती आहे?

आपल्या डोळ्यांना कोणताही ताण नसतांना स्पष्टपणे एका वस्तुला आपण पाहण्यासाठी ती आपल्या डोळ्यापासून सुमारे 25 से.मी. अंतरावर असायला पाहिजे. म्हणुन या कृती व्यारा आपल्याला समजते. या अंतराला स्पष्ट दृष्टीचे किमान अंतर (least distance of distinct vision) हे व्यक्ती परत्वे वेळेनुसार बदलते. 10 वर्षांच्या आत डोळ्या भोवती असलेले स्नायु बळकट आणि लवचिक (strong and flexible) जास्त ताण सहन करणारे असतात. म्हणुन या वयात स्पष्ट दृष्टीचे किमान अंतर 7 ते 8 से.मी. पर्यंत असते. महतारेपणात स्नायु जास्त ताण सहन करू शकत नाही. म्हणुन त्यांची स्पष्ट दृष्टी चे किमान अंतर 1 ते 2 मी. किंवा त्या पेक्षा ही असु शकते.

- तुमच्या डोळ्या पासून 25 से.मी. अंतरावर ठेवलेल्या वस्तुचा आकार कसा ही असला तरी त्याला वरून खाल पर्यंत (top and bottom) तुम्ही पाहू शकता का? माहिती करू या.

कृती 2



कपड्याच्या दुकानात कपडा ज्या लाकडी छडीच्या भोवती गुंडाळून ठेवतात त्या छड्या किंवा विद्युत वायरोंग साठी वापरणाऱ्या PVC पाईपांना गोळा करा. त्यांना 20 से.मी., 30 सेमी., 35 सेमी., 40 से.मी., 50 से.मी. लांबीच्या तुकड्यात कापा. एका रिटॉर्ट स्टॅंडला (retort stand) टेबल वर ठेऊन आकृती - 1 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे रिटॉर्ट स्टॅंडची उभी छडीच्या बाजुला तुमचे डोके असेल असे टेबल जवळ उभे राहा. तुमच्या डोळ्या पासून 25 अंतरावर रिटॉर्ट स्टॅंडच्या अडव्या छडीला लोखंडाची पट्टी (clamp) जोडा. त्या लोंखडाच्या पट्टीला आकृती 1 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे 30 से.मी. लांबीच्या पाईपला बांधण्यास तुमच्या मित्राला सांगा.

आता आडव्या छडी वरून 30 से.मी. पाईपच्या वरील टोकापासून खालच्या टोकापर्यंत पाहण्याचा प्रयत्न करा.

- डोळ्यांची कोणतीही हालचाल न करता तुम्ही पाईप च्या दोन्ही टोकांना एकाच वेळी पाहू शकता का?

स्पष्ट दृष्टीचे किमान अंतर 25 से.मी. आहे म्हणुन तुम्ही कृती-1 मध्ये शिकला आहात. हे व्यक्ती परत्वे बदलते. पाईप 25 से.मी. अंतरावर असतांना त्याच्या दोन्ही टोकात तुम्ही स्पष्टपणे पाहू शकत नसाल तर आडव्या छडी वरच्या पाईपला पलीकडे सरकावा. कोणत्या किमान अंतरावर तुम्ही त्याला पुर्णपणे पाहू शकता तिथे त्याला आडव्या छडीला लोखंडी पट्टीवर घटू बसवा.

आडव्या छडी वर लोंखडी पट्टीचे स्थान बदलवत 30 से.मी. च्या पाईपच्या स्थानावर उरलेल्या पाईपना एक एक करून ठेवत डोळ्यांना वर खाली किंवा बाजुला न हलवता त्या पाईपच्या वर पासुन खाल पर्यंत एका वेळेत पाहण्याचा प्रयत्न करा.

- या सर्व संदर्भात तुम्ही पाईपच्या दोन्ही टोकांना एका वेळेस पाहू शकता का? जर नाही तर का?

चला माहित करु या.

खालील आकृती - 2 चे निरिक्षण करा. स्पष्टदृष्टीचे किमान अंतरावरचे (25 से.मी. अंतराचे) वस्तु AB ला तुम्ही पुर्णपणे पाहू शकता. कारण वस्तुच्या A आणि B स्थानावरून येणारे प्रकाश किरण तुमच्या डोळ्यात पोहचतात. त्याच प्रमाणे CD वस्तुला सुध्दा पुर्णपणे पाहू शकता. आकृती -2 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे AB वस्तुच्या डोळ्याच्याजवळ A' B' स्थानापर्यंत सरकले समजुन घेऊ.

- आता तुम्ही संपुर्ण वस्तुला पाहू शकता का?

आकृती - 2 वरून, तुमच्या निरिक्षणास असे येईल की, तुम्ही वस्तुचे A' B' चा फक्त (EF) भाग पाहू शकता कारण E आणि F मधुन येणारे किरण डोळ्यात प्रवेश करतात. A' आणि B' मधुन येणारे किरण डोळ्यात प्रवेश करु शकत नाही.

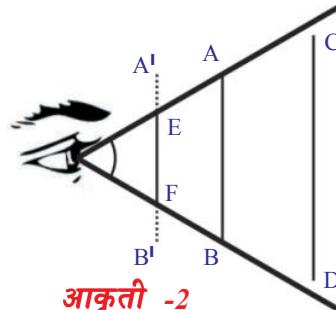
वस्तुच्या शेवटच्या टोकाच्या बिंदु वरून येणारे किरण डोळ्या जवळ कोन बनवतात. हा कोन जर 60° पेक्षा कमी असेल तर आपण पुर्ण वस्तु पाहू शकतो. जर हा कोन 60° पेक्षा जास्त असेल तर आपण त्या वस्तुचा फक्त काही भाग पाहू शकतो.

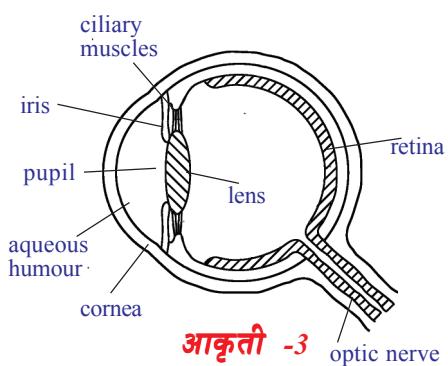
कोणत्या कमाल कोनावर आपण वस्तुला पुर्णपणे पाहू शकतो त्या केनाला दृष्टीचा कोन (angle of vision) असे म्हणतात. आरोग्यवान मानवाचे दृष्टीचा कोन सुमारे 60° असेत. हे व्यक्ती परत्वे आणि व्यानुसार बदलते.

. साधारण मानवाची स्पष्टदृष्टीचे किमान अंतर 25 से.मी. आणि दृष्टीचा कोन 60° असते म्हणुन तुम्ही शिकलात. तसेच हे व्यक्ती परत्वे आणि व्यानुसार बदलते. म्हणुन सुध्दा शिकलात.

- स्पष्ट दृष्टीचे किमान अंतर आणि दृष्टीचा कोन व्यक्ती परत्वे व व्यक्तीच्या व्यानुसार का बदलते?

वरील प्रश्नांचे उत्तर देण्यासाठी डोळ्याची रचना आणि त्यांची कार्य करण्याची पृष्ठदत समजून घेणे गरजेचे आहे.





मानवी डोळ्याची रचना (Structure of human eye)

ज्ञानेंद्रिया मध्ये मानवी डोळा हा महत्वाचा भाग आहे. हा आपल्या सभोवती असलेल्या विविध वस्तुंना, रंगाना पाहण्यासाठी उपयोगी पडते.

डोळ्यांची रचना डोळ्यातील मुख्य भागाला आकृती - 3 मध्ये पाहू शकतो. नेत्र गोल जवळ जवळ गोलाकार आकारात असते. त्याचा समोरचा भाग जास्त वक्रात असून आणि पारदर्शक रक्षण आवरण(पटल)ने(protective membrane) आच्छादुन असते. याला कार्निया ('cornea')

म्हणतात. बाहेरून दिसणारा डोळ्यातील हा भाग आहे. कार्निया च्या मागच्या भागात नेत्रेदक द्रव(aqueous humour) असते. याच्या मागे भिंग(crystalline lens) असते ज्याच्याने प्रतिमा निर्माण होते. नेत्रोदक द्रव आणि भिंगामध्ये स्नायुची परत असते. त्याला परितारीका (iris) म्हणतात. ज्यामध्ये लहान छिद्र असते त्याला बहुली (pupil) म्हणतात. आपल्या डोळ्यात दिसणारा रंगीत भाग हा परितारीका आहे.

बाहुली वर पडणारा प्रकाश डोळ्याच्या आत मध्ये जाऊन सुमारे कोणताही बदल न होता बाहेर येतो. त्यामुळे बाहुली काळ्या रंगात दिसते. बाहुली व्दारे डोळ्यात प्रवेश करणारा प्रकाशाला परितारीका प्रतिबंध घालते. कमी प्रकाश असतांना परितारीका बाहुलीला मोठे करून जास्त परिमाणात प्रकाश आत जाण्यासारखे करते. जास्त प्रकाश असतांना परितारीका बाहुलीला संकोचीत करून प्रकाश जास्त परिमाणात डोळ्यात जाण्यास प्रतिबंध घालते. या प्रकारे डोळ्यात जाणाऱ्या प्रकाशाला नियंत्रणाचे व्दार म्हणुन काम करण्याची बाहुलीला परितारीका मदत करते.

डोळ्यातील भिंग मध्य भागात कठिण असते आणि बाहेरच्या कडा कडे मऊ होत जाते. डोळ्यात प्रवेश केलेल्या प्रकाश नेत्रगोलाच्या मागच्या भागात असलेल्या दृष्टीपटल (retina) वर प्रतिमा निर्माण करते. भिंग आणि दृष्टीपटल या मधील अंतर सुमारे 2.5 से.मी. असेत म्हणजेच डोळ्या समोर वस्तु कितीही लांबी वर असला तरी प्रतिमाला सुमारे 2.5 से.मी. अंतरावर असते.

- विविध अंतरावर असलेल्या वस्तुंची सारख्याच अंतरावर प्रतिमा आपल्याला कशी मिळते?
- भिंगामधुन अपवर्तनाच्या संकल्पेनेचा वापर करून या प्रश्नांचे उत्तर तुम्ही देऊ शकता का?

विविध अंतरावर असलेल्या वस्तुंची सारख्याच अंतरावर प्रतिमा राहण्यासाठी नाभीय अंतर बदलावे लागते असे तुम्ही मागील धड्यात शिकलात. तसेच भिंगांची नाभीय अंतर हे भिंग तयारीत वापरलेल्या पदार्थाच्या स्वभावावर आणि त्याच्या वक्रता त्रिज्येवर आधारून असते म्हणुन तुम्हाला माहित आहे. म्हणजे डोळ्याची नाभीय अंतर बदलवते. विविध अंतरावर असलेल्या वस्तुंची प्रतिमा अंतर एक सारखी असण्याची शक्यता आहे. डोळ्याचा भिंग त्याच्या आकाराला बदलवले तरच हे साध्य होते.

- डोळ्यांचा भिंग त्याच्या नाभीय अंतराला कसे बदलवते ?
- नेत्रगोला मध्ये हा बदल कसा घडतो ?
चला माहित करु या.

डोळ्यात भिंगाच्या जवळ असलेली केसांसारखी स्नायु(ciliary muscle) भिंग वक्रता त्रिज्येला बदलण्या व्दारे भिंग त्याच्या नाभीय अंतराला बदलण्यासाठी मदत करते.

जास्त अंतरावर असलेल्या वस्तुला डोळ्यांनी पाहत असतांना केसासारखी स्नायु विश्रांती स्थितीत राहिल्याने डोळ्यातील भिंगाचे नाभीय अंतर कमान असते. जे भिंगा पासून दृष्टीपटलाच्या अंतराला समान असते. तेव्हा डोळ्यात येणाऱ्या समांतर किरण दृष्टीपटलावर केंद्रीकृत झाल्याने वस्तुला आपण स्पष्टपणे पाहु शकतो.

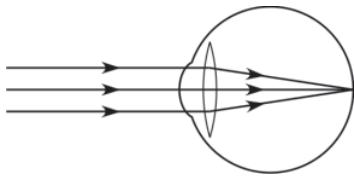
जवळ असलेल्या वस्तुला डोळ्यांनी पाहत असतांना केसा सारखा स्नायुला ताण पडल्याने डोळ्याचा भिंगाचे नाभीय अंतर कमी होते. दृष्टीपटलावर प्रतिमा निर्माण होण्यासारखे केसासारखे स्नायु भिंगाच्या नाभीय अंतराला बदलवतो. असे डोळ्यांच्या नाभीय अंतराला योग्य ते बदलवण्याच्या पद्धतीला सोय करणे (accommodation) असे म्हणतात. तर केसासारखा स्नायु खुप जवळ ठेवल्यावर दृष्टीपटलावर प्रतिमा तयार होण्या सारखे नाभीय अंतराची सोय होयला पाहिजे. म्हणुन वस्तुला स्पष्टपणे पाहण्यासाठी कृती-1 मध्ये माहित केल्या प्रमाणे ते किमान 25 से.मी. (स्पष्ट दृष्टीचे किमान अंतर) अंतरावर असायला पाहिजे.

- डोळ्याचा भिंग वास्तव प्रतिमा तयार करते का ? किंवा आभासी प्रतिमा निर्माण करते का ?
- वस्तुचा आकार, आकाराचा परिमाण आणि रंगात कोणताही बदल नसलेला वस्तुला आपण ओळखण्यासाठी सारखे दृष्टीपटलावर प्रतिमा कशी तयार होते ?
चला माहित करु या.

डोळ्यांचा भिंग वस्तुची वास्तव प्रतिमेला दृष्टीपटलावर उलटी प्रतिमा तयार होते. दृष्टीपटल हा नाजुक पटल आहे. यात शलाका आणि शंखु (rods' and 'cones) म्हणणारे सुमारे 125 मिलीयन्स ग्रहणे (Receptors) असतात. हे प्रकाशाचे संकेत ग्रहन करतात. शलाका रंगाना ओळखते. शंखु प्रकाशाच्या तित्रतेला ओळखते. हे संकेत सुमारे 1 मिलीयन दृष्टीविषयक चेतातंतु (optic-nerve fibres) व्दारे मेंदुला पोहचविल्या जातात. त्यातील बातमीला मेंदु विश्लेषण करण्याव्दारे वस्तुचा आकार, आकाराचा परिमाण आणि रंगाला आपण ओळखतो.

केसांसारखा स्नायुच्या साहाय्याने डोळ्याचा भिंग वस्तुच्या लांबीला अनुसरून त्याच्या नाभीय अंतराला बदलून घेते म्हणुन आपण शिकलो.

- डोळ्यांचा भिंगाचा नाभीय अंतर बदलण्याची एखादी मर्यादा असते का ?
- डोळ्यांच्या भिंगाचा किमान आणि कमाल नाभीय अंतर किती ? त्याला आपण कसे माहित करु शकतो ?
चला माहित करु या.



आकृती -4(a)

जेव्हा एक वस्तु अनंत अंतरावर असले तर त्यावेळी वस्तुमधून समांतर किरणे डोळ्याच्या भिंगावर पडून आपवर्तीत होतात आणि ते दृष्टीपटलावर एक बिंदु ऐवढा प्रतिमा तयार करतात (आकृती 4(अ)पाहा)

अशा परिस्थितीमध्ये डोळ्याच्या भिंगाला कमाल नाभीय अंतर असते.

जेव्हा एखादी वस्तु अनंत अंतरावर असेल तर

$u = -\infty; v = 2.5 \text{ से.मी.}$ (प्रतिमा अंतर जे की, डोळ्यांचा भिंग आणि नेटपटल मधील अंतराच्या समान आहे.)

सुत्राचा वापर करून

$$1/f = 1/v - 1/u$$

$$1/f_{\max} = 1/2.5 + 1/\infty$$

$$1/f_{\max} = 1/2.5 + 0$$

$$f_{\max} = 2.5 \text{ से.मी.}$$

आपणास

$$f_{\max} = 2.5 \text{ से.मी.}$$

डोळ्यापासून 25 से.मी. अंतरावर एक वस्तु आहे समजू. या परिस्थित डोळ्याला किमान नाभीय अंतर असते.

येथे $u = -25 \text{ से.मी.}; v = 2.5 \text{ से.मी.}$

सुत्राचा वापर करून $1/f = 1/v - 1/u$

$$1/f_{\min} = 1/2.5 + 1/25$$

$$1/f_{\min} = 11/25$$

$$f_{\min} = 25/11 = 2.27 \text{ से.मी.}$$

स्पष्ट दृष्टीच्या किमान अंतर आणि अनंत अंतरच्या मध्ये एखाद्या स्थानावर वस्तु असेल तर डोळ्याचा भिंग त्याचे नाभीय अंतर 2.27 से.मी. वरून 2.5 से.मी. मध्ये असेल अशी सोयी करून घेते. त्याव्दरे प्रतिमा दृष्टीपटलावर तयार होते.

डोळ्याचा भिंग त्याच्या नाभीय अंतराला बदलवण्याच्या सामार्थ्याला भिंगाची सोय करणे सामार्थ्य (accommodation of lens) असे म्हणतात.

- डोळ्याचा भिंग त्याचे नाभीय अंतर बदलून घेत नसेल तर काय घडते?
- डोळ्याचा भिंगाचा नाभीय अंतर $2.27-2.5 \text{ से.मी.}$ च्या मध्ये नसेल तर काय होते? चला माहित करू या.

काही संदर्भात डोळा त्याची सोय करण्याची सामर्थ्याला क्रमाने गमावत जातो. अशा परिस्थितीमध्ये ती व्यक्ती वस्तुला सुलभतेने आणि स्पष्टपणे पाहू शकत नाही. डोळ्याच्या भिंगाच्या दोषामुळे दृष्टी अंधुक होते. साधारणत: दृष्टी दोष तीन प्रकारचे असते.

ते खालील आहेत.

- i. निकट दृष्टीता (Myopia)
- ii. दुर दृष्टीता (Hypermetropia)
- iii. वृद्ध दृष्टीता (Presbyopia)

निकट दृष्टीता (MYOPIA)

काही व्यक्ती दुरच्या वस्तु पाहु शकत नाही पण जवळचे वस्तु स्पष्टपणे पाहु शकतात. दृष्टी मधील या दोषाला निकट दृष्टीता म्हणतात. हा दोष असलेल्या व्यक्तीच्या डोळ्याचा भिंगाचा कमाल नाभीय अंतर 2.5 से.मी. पेक्षा कमी असते. या संदर्भात जास्त अंतरावर असलेल्या वस्तुमधून येणारे प्रकाश किऱण डोळ्याच्या भिंगाबदारे अपवर्तीत होऊन आकृती

5(अ) आणि (ब) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे नेत्रपटलाच्या समोर काही अंतरावर प्रतिमा तयार करते.

आरोग्यवान व्यक्ती 25 से.मी. पेक्षा जास्त अंतरावर असलेल्या कोणत्याही वस्तुला स्पष्टपणे पाहु शकतो. पण निकट दृष्टीता असणारे काही अंतरापर्यंतच्या वस्तुंना स्पष्टपणे पाहु शकतात. निकट दृष्टीता असणाऱ्या साठी आकृती 5(क) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे फक्त 'M' बिंदु पर्यंत असलेल्या वस्तु स्पष्टपणे दिसते असे समजु.

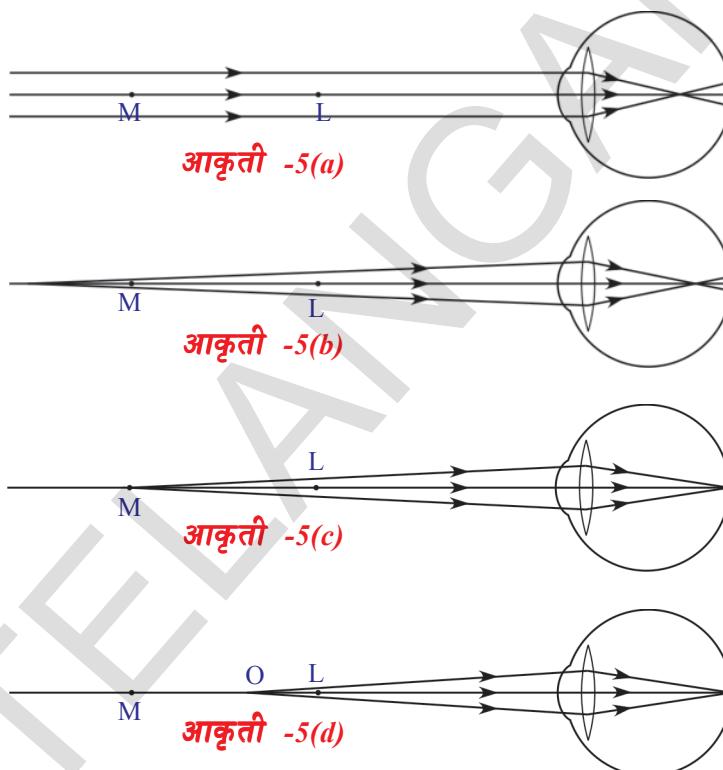
वस्तु M वर किंवा M आणि स्पष्ट दृष्टीचे किमान अंतराचे बिंदु (L) च्या मधील एखाद्या क्षेत्रात डोळ्याच्या भिंगाने प्रतिमा नेत्रपटलावर तयार करते (आकृती 5(क) आणि 5(ड) पाहा) M हा कमाल अंतर बिंदु (far point) असे म्हणतात.

कमाल अंतराच्या बिंदु वर जिथे दृष्टीपटलावर डोळ्याचा भिंग प्रतिमा तयार करते. त्या बिंदुला कमाल अंतर बिंदु (far point) असे म्हणतात.

एक व्यक्ती कमाल अंतर बिंदुच्या पलीकडे असलेल्या वस्तुला पाहु शकत नसलेल्या दोषाला निकट दृष्टीता (Myopia) असे म्हणतात.

- निकट दृष्टीता कशी दुरुस्ती करावी ?

जेव्हा वस्तु कमाल अंतर बिंदु आणि स्पष्ट दृष्टीच्या किमान अंतराच्या मध्ये असेल त्यावेळी दृष्टीपटलावर डोळ्याचा भिंग स्पष्ट प्रतिमा तयार करते. म्हणुन एक भिंगाचा वापर करून कमाल अंतर बिंदुच्या आत असलेल्या वस्तुची प्रतिमाला कमाल अंतर बिंदु m आणि स्पष्ट दृष्टीचे किमान अंतराचे बिंदु L च्या मध्यात आणु शकत असेल तर ते प्रतिमा डोळ्याच्या भिंगासाठी वस्तुचे काम करते.



अंतर्वर्क भिंग वापरल्याने हे साध्य होते. (अंतर्वर्क भिंग व्दारा प्रकाश अपवर्तीत झाल्याने प्रतिमा तयार होणाऱ्या पृष्ठीला आठवण करा)

- निकट दृष्टीता दोष काढुन टाकण्यासाठी वापरण्याऱ्या अंतरवक्र भिंग नाभीय अंतर किती असायला पाहिजे म्हणुन तुम्ही कसे निर्णय घेता ?

निकट दृष्टीता दोष काढुन टाकण्यासाठी अनंत अंतरावर असलेल्या वस्तुची कमाल अंतर बिंदु वर प्रतिमा तयार करणाऱ्या भिंगाची निवड करावी. म्हणुन आपण व्दिअंतवक्र भिंगाची निवड करावी.

हा भिंग तयार करणारी प्रतिमा डोळ्यांच्या भिंगाला वस्तु सारखे काम करून शेवटला प्रतिमेला दृष्टीपटलावर तयार होते.

या व्दिअंतवक्र भिंगाची नाभीय अंतर माहित करू या.

येथे वस्तुचे अंतर (u) अनंत आहे आणि प्रतिमाचे अंतर (v) हा कमाल अंतर बिंदुच्या अंतरां एवढा असतो.

$$u = -\infty ; v = \text{कमाल अंतर बिंदुचे अंतर} = -D$$

व्दिअंतवक्र भिंगाची नाभीय अंतर, समजा 'f'

सुत्राचा वापर करून $1/f = 1/v - 1/u$

$$1/f = 1/ -D \Rightarrow f = -D$$

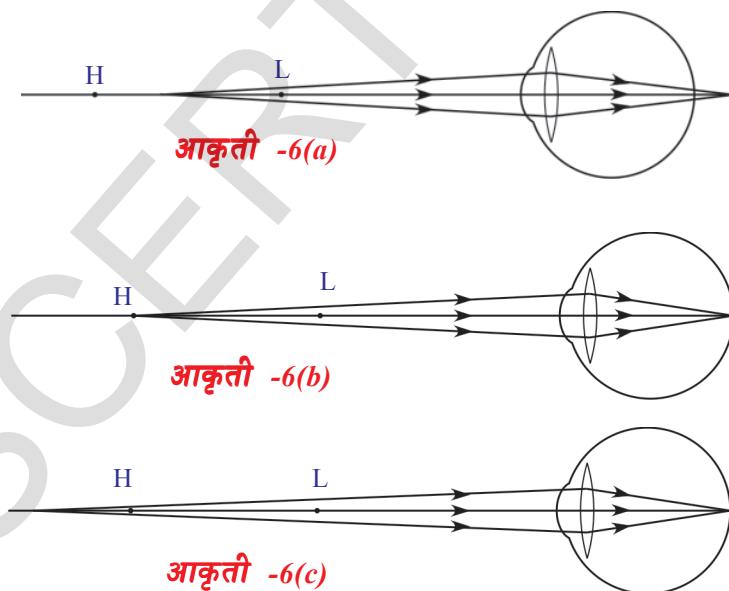
येथे 'f' ला ऋण किंमत येण्यासाठी व्दिअंतवक्र भिंग माहित करते.

- डोळ्याचा भिंगाची कनिष्ठ नाभीय अंतर 2.27 से.मी. पेक्षा जास्त असेल तर काय घडते ?

चला माहित करू या.

दुर दृष्टीता (Hypermetropia)

दुर दृष्टीता हा दोष असणारा व्यक्ती जास्त अंतरावर असलेली वस्तु स्पष्टपणे पाहु शकते. पण जवळील वस्तु पाहु शकत नाही. दुर दृष्टीता दोष असलेला व्यक्ती च्या डोळ्याच्या भिंगाची नाभीय अंतर 2.27 से.मी. पेक्षा जास्त असणे हे त्याचे कारण आहे. अशा संदर्भात जवळील वस्तु मधून येणारे प्रकाश किरण डोळ्याच्या भिंग व्दारा अपवर्तीत होऊन प्रतिमा आकृती 6(अ) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे दृष्टीपटलाच्या आत निर्माण करते.



वस्तुच्या 'H' बिंदुवर किंवा त्याच्या आत असलेले दुर दृष्टीता असलेला व्यक्ती त्याला पाहु शकते असे समजु.

म्हणजे वस्तु H जवळ किंवा H ला आत असले तेव्हा त्या व्यक्तीच्या डोळ्याच्या भिंग प्रतिमा दृष्टीपटलावर निर्माण करते. (आकृती 6(ब) आणि 6(क) ला पाहा) H आणि स्पष्ट दृष्टीचे किमान अंतराचे बिंदु (L) च्या मध्ये वस्तु असेल तर दृष्टीपटलावर प्रतिमा तयार होत नाही. (आकृती 6(अ) पाहा).

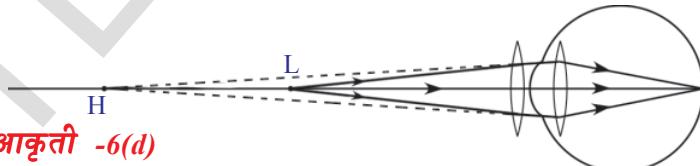
ज्या कनिष्ठ अंतरावर च्या बिंदुच्या आतील वस्तुना फक्त डोळ्याचा भाग दृष्टीपटलावर प्रतिमाला तयार करु शकते त्या बिंदुला किमान अंतर अंतर बिंदु (near point) (d) म्हणतात. दुर दृष्टीता असलेला व्यक्ती किमान अंतर बिंदु (H) आणि स्पष्ट दृष्टीचे किमान अंतर बिंदु (L) च्या मधातील वस्तुला पाहु शकत नाही.

- दुर दृष्टीता कशी दुरुस्त करावी?

वस्तु किमान अंतर बिंदुच्या आत असेल तर डोळ्याचा भिंग दृष्टीपटलावर प्रतिमाना निर्माण करते. म्हणुन किमान अंतर बिंदु (H) आणि स्पष्ट दृष्टी किमान अंतराचे बिंदु (L) च्या मध्ये असलेली वस्तुची प्रतिमा किमान अंतर बिंदुच्या आत तयार करु शकणारे भिंगाचा आपण वापर करावे.

- दुर दृष्टीता दोष काढून टाकण्यासाठी बापरणाऱ्या बहिवक्र भिंग नाभीय अंतर किती असायला पाहिजे. म्हणुन तुम्ही कसे निर्णय घेता. ?

भिंगाचे नाभीय अंतर माहित करण्यासाठी स्पष्ट दृष्टीचे किमान अंतराचे बिंदु (L) वर एक वस्तु आहे असे समजा. आकृती 6 (ड) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे L वर असलेल्या वस्तुची प्रतिमा किमान तर बिंदु (H) वर तयार करणारे व्हिबहिवक्र भिंगाचा वापर करून दुर दृष्टीता दोष दुरुस्त करु शकतो.



ती प्रतिमा डोळ्याच्या भिंगाला वस्तु म्हणुन काम करते. म्हणुन शेवटला डोळ्याच्या भिंगामुळे तयार होणारी प्रतिमा दृष्टीपटला वर तयार होते. (आकृती 6(ड) पाहा.)

येथे वस्तु अंतर (u) = -25 से.मी.

प्रतिमा अंतर (v) = किमान अंतर बिंदुचे अंतर = $-d$

व्हिबहिवक्र भिंगाची नाभीय अंतर, ' f ' समजु.

सुत्राचा वापर करून $1/f = 1/v - 1/u$

$$1/f = 1/-d - 1/(-25)$$

$$1/f = -1/d + 1/25$$

$$1/f = (d - 25)/25d$$

$$f = 25d / (d - 25) \quad (f \text{ हे से.मी. मध्ये मोजलेले आहे.})$$

$d > 25$ से.मी. म्हणुन आपल्याला माहित आहे. तर ' f ' ची किंमत +ve होते. म्हणजेच दुर दृष्टीता दुरुस्त करण्यासाठी आपल्याला व्हिबहिवक्र भिंगाचे वापरणे गरजेचे आहेत.

वृद्ध दृष्टीता (Presbyopia)

वाढत्या वयानुसार डोळ्यांची समायोजन शक्ती कमी झाल्याने उदभवणारा दृष्टी दोष म्हणजे वृद्ध दृष्टीता होय. वयानुसार खुप लोकांची निकट दृष्टीता बिंदु क्रमाने दुर जाते. तेव्हा ते जवळच्या वस्तुंना स्पष्टपणे पाहू शकत नाहीत.

केसासारखे असणारे स्नायु (ciliary muscles) क्रमाने दुर्बल होऊन आणि डोळ्यांच्या भिंगाची लवचिकता कमी झाल्यामुळे असे घडते. हा प्रभाव वयस्कर व्यक्तीमध्ये जास्त प्रमाणात दिसून येतो. कधी कधी वाढत्या वयामुळे व्यक्ती निकट दृष्टीता (लघु दृष्टीता) आणि दिर्घ दृष्टीता(myopia and hypermetropia) या दोन्ही मुळे त्रस्त असतात.

अशा प्रकारचा दोष दुरुस्त करण्यासाठी आपणास विनाभीय भिंगाची आवश्यकता असते. ते अंतर्वक्र आणि बहिर्वक्र या दोन्ही भिंगापासुन तयार करतात. त्याच्या वरच्या भागात अंतर्वक्र आणि खालच्या भागात बहिर्वक्र भिंग असते.

दृष्टी दोषाचे परिक्षण करण्यासाठी जेव्हा तुम्ही दवाखाण्यात जाता तेव्हा डॉक्टर तुम्हाला प्रीसक्रिप्शन (prescription) मध्ये दृष्टी दोषासाठी वापरणाऱ्या भिंगाच्या प्रकाराची माहिती लिहितो.

- अशा प्रीसक्रिप्शन मधील सविस्तर माहिती तुम्ही कधी पाहिली का?

“माझी दृष्टी वाढली किंवा कमी झाली” असे लोक म्हणतात. हे तुम्ही ऐकले असाल.

- याचा अर्थ काय?

दृष्टीदोषाचे परिक्षण झाल्यानंतर डॉक्टर नेहमी दोषनिवारणासाठी वापरणाऱ्या भिंगाचे सामर्थ्य प्रसिक्रिप्शन मध्ये लिहितो. भिंगाच्या सामर्थ्यवरुन भिंगाचा स्वभाव आणि त्याच्या नाभीय अंतराची किंमत कळते.

- भिंगाचे सामर्थ्य म्हणजे काय?

भिंगाचे सामर्थ्य (Power of lens)

एका भिंगाच्या प्रकाश किरणाच्या अभिसृत आणि अपसृत होण्याचा शक्तीला भिंगाचे सामर्थ्य म्हणतात.

नाभीय अंतराच्या व्यत्यासाला भिंगाचे सामर्थ्य असे म्हणतात.

समजा ‘f’ हे भिंगाचे सामर्थ्य आहे.

भिंगाचे सामर्थ्य $P = 1 / f$ (से.मी. मध्ये); $P = 100 / f$ (से.मी. मध्ये)

सामर्थ्याचे एकक डायोप्टर (Dioptre) आहे.

त्यास ‘D’ने दर्शवितात.

उदाहरण 1

डॉक्टरांनी 2D भिंग वापरण्याचा सल्ला दिला?

सोडवणुक : $P = 2D$ दिलेले आहे.

$$P = 100 / f \text{ (से.मी. मध्ये)}; 2 = 100 / f \text{ वापरून}$$

$$\text{म्हणुन } f = 100/2 = 50 \text{ से.मी.}$$

$$\text{भिंगाचे नाभीय अंतर } f = 50 \text{ से.मी. आहे.}$$

प्रकाशाचे अपस्करण आणि विकिरण (Dispersion and Scattering of Light)

कधी कधी पाऊस पडल्यानंतर आकाशात इंद्रधनुष्य निर्माण होतांना तुम्ही पाहिले. अर्धवर्तुळाकार त्या रंगाना पाहून तुम्हाला खुप आनंद वाटला असेल.

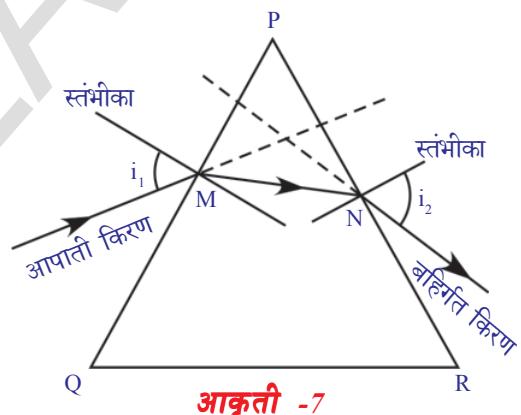
- पांढऱ्या रंगातील सुर्यप्रकाश इंद्रधनुष्यातील विविध रंगाना कसे देऊ शकतात ? मागील धड्यात सपाट पृष्ठभाग वक्र पृष्ठभागावरील प्रकाशाचे अपवर्तन कसे होते याबद्दल अभ्यास केला. तुम्ही भिंगाव्दारे तयार होणाऱ्या प्रतिमेचा स्वभाव, स्थान (स्थिती) आणि सापेक्ष परिमाण या विषयी सुध्दा अभ्यास केला आहात.
- एकमेकांशी कोन करीत सपाट पृष्ठभागावर पारदर्शक माध्यमातुन प्रकाश किरण गेल्यास काय घडते ?
- चिती म्हणजे काय ?

चिती (Prism)

एकमेकांशी काही कोन करणारे कमीत कमी दोन सपाट पृष्ठभागात भोवताच्या माध्यमापासुन वेगळे केलेल्या पारदर्शक माध्यमास चिती म्हणतात. चितीच्या एका सपाट पृष्ठभागावर प्रकाश पतन पाहून चितीतुन जाऊन दुसऱ्या सपाट पृष्ठभागातुन बाहेर पडते. चितीच्या प्रतलाशी पतन होऊन चितीतुन प्रवास करणाऱ्या प्रकाशाचा स्वभाव माहित करण्यासाठी चिती संबंधीत काही पदाची आपण व्याख्या केली पाहिजे.

त्रिकोणीय काचेची चिती विचारात घ्या. या चितीमध्ये दोन त्रिकोणी पाया आणि तीन आयताकार सपाट पार्श्व पृष्ठभाग असतात. ते पार्श्व पृष्ठभाग एकमेकांस तिरपे असतात. त्यामुळे त्यामध्ये काही कोन तयार होतो.

आकृती 7 मध्ये दाखवलेला PQR त्रिकोण, एका चितीच्या त्रिभुजाआकार बाहेरील हद सुचवितात असे समजू या. PQ सपाट पृष्ठभागावर M बिंद जवळ एक प्रकाश किरण पतन होते असे गृहीत धरू. M वर PQ पृष्ठाशी एक स्तंभीका (लंब) काढा. आपाती किरण लंब, मधील (स्तंभीका) कोनास आपाती कोन (i_1) म्हणतात. आपाती किरण M वर अपवर्तीत होते. ते किरण, चितीतुन जाऊन दुसऱ्या सपाट पृष्ठाशी N वर मिळते आणि शेवटी चितीतुन बाहेर पडते. PR पृष्ठभागावरील N बिंदुतुन बाहेर पडणाऱ्या किरणाला बहिर्गत किरण (emergent ray) असे म्हणतात. PR पृष्ठभागावर N वर एक स्तंभीका (लंब) काढा. बहिर्गत किरण आणि लंबामधील कोनास बहिर्गत कोन (angle of emergence (i_2)) असे म्हणतात. सपाट पृष्ठभाग PQ आणि PR मधील कोनास चितीकोन किंवा A चितीची अपवर्तीत कोन (angle of the prism or refracting angle of prism A) म्हणतात. आपाती किरण आणि बहिर्गत किरणामधील कोनास विचलन कोन (angle of deviation(d)) असे म्हणतात.



त्रिकोणाकार चितीतुन जाणाऱ्या प्रकाशाच्या अपवर्तनाची माहिती मिळविण्यासाठी एक कृती करू या.

प्रयोगशाळा कृती

उद्देश : चितीचा अपवर्तनांक माहित करणे.

आवश्यक सामुद्री: चिती, 20x20 से.मी. परिमाणाचा पांढरा चार्ट, पेन्सील, टाचण्या, मोजपटौ, कोणमापक

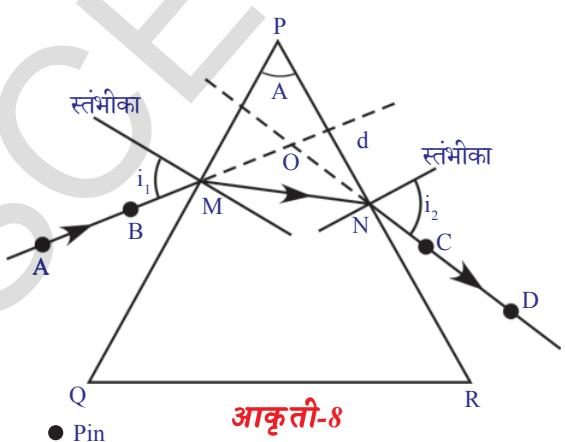
रचना : एका चितीला पांढऱ्या रंगाच्या चार्टवर अशारितीने ठेवा कि, त्या चितीचा त्रिकोणाकार पाया त्या चार्टवर आला पाहिजे. चितीच्या भोवताली पेन्सीलच्या साहाय्याने रेषा ओढा. चितीला चार्ट वरून काढून टाका.

- काढलेल्या आराखड्याचा आकार कसा असतो?

तो एक त्रिकोण आहे. त्याच्या शिरोबिंदुना P,Q, आणि R नावे द्या. [साधारणता: हा समभुज त्रिकोण असतो] अपवर्तीत पृष्ठभाग आयताकारात असतात. PQ आणि PR मधील कोन माहित करा. हाच चितीचा कोन (A) आहे.

त्रिकोणाच्या PQ बाजुवर एक बिंदु M ची खुण करा. आणि PQ बाजुस M बिंदुवरून एक लंब काढा. कोनमापाकाचे केंद्र M बिंदुवर स्तंभीकेवर (लंब) ठेवा. 30° च्या कोनाची तिथे खुण करा आणि M पर्यंत एक रेषा ओढा ही रेषा आपाती किरण दर्शविते. या कोनाला आपाती कोन म्हणतात. याची तत्त्वा -1 मध्ये नोंद करा. आकृती - 8 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे

तत्त्वा 1		
आपाती कोन (i ₁)	बहिर्गत कोन (i ₂)	विचलन कोन (d)



A आणि B बिंदुवर दोन टाचण्या उभ्या ठेवा. चितीच्या दुसऱ्या बाजुकडून (PR) टाचण्याची प्रतिमा पाहा. आणि दुसऱ्या दोन टाचण्या C आणि D बिंदुवर अशारीतीने ठेवा की, चारही टाचण्या एकाच सरळ रेषेवर असल्या पाहिजे. यास काळजीपुर्वक करा. आता चिती आणि टाचण्या काढून टाका. दोन टाचण्यामुळे तयार झालेल्या छिद्राला जोडणारी एक रेषा काढा. ती 'PR'ला मिळते. हे बहिर्गत रेषा किरण आहे. ती PR पृष्ठभाग पासून 'N' मधुन बाहेर पडते. N बिंदुवरील स्तंभीका बहिर्गत किरणामधील मधील कोन हा बहिर्गत कोन होतो. या कोनाच्या मापन करून त्यांची किंमत तत्त्वा (1) मध्ये नमुद करा.

M आणि N बिंदुना रेषेने जोडा A,B,M,N,C आणि D मधून जाणारी रेषा, चितीतुन जाऊन अपवर्तीत झालेल्या प्रकाशाच्या मार्गाला सुचविते.

- विचलनाचा कोन तुम्ही कसे माहित करता ?

आपाती आणि बहिर्गत किरणांना 'O' बिंदुवर मिळेपर्यंत वाढवा. या दोन्ही किरणामधील कोन मोजा. हाच विचलनाचा कोन आहे. या कोनास 'd' ने दर्शवितात. याची तक्ता (1) मध्ये नोंद करा. $40^{\circ}, 50^{\circ}$ इत्यादी आपाती कोनासाठी हि प्रक्रिया पुन्हा करा. विचनालसाचे आणि बहिर्गत कोनाचे संगत कोन माहित करून तक्ता (1) मध्ये नमुद करा.

- विचलन कोनापासून तुमच्या लक्षात काय येते ?

प्रथम विचलन कोन कमी होतो आणि नंतर आपाती कोन वाढल्यास विचलन कोन त्या सोबत वाढतो.

- आपाती कोन आणि विचलन कोनामधील आलेख तुम्ही काढु शकता का ?

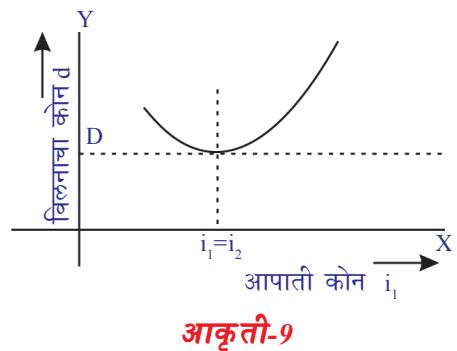
आपाती कोन X-अक्षावर आणि विचलन कोन Y-अक्षावर घ्या. प्रत्येक कोनाच्या जोडी साठी आलेखावर योग्य प्रमाण घेऊन बिंदुची खुण करा. शेवटी आलेखावरील बिंदुना जोडा. (मऊ वक्र) आकृती -9 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे आलेख आणि तुम्ही काढलेल्या आलेखाची तपासणी करा.

- आलेखावरून विचलन कोनातील किमान किंमत तुम्ही काढु शकता का ?

X-अक्षाला समांतर वक्र रेषेवर एक स्पर्शीका आलेखावर अत्यल्प बिंदुवर काढा. ही रेषा Y-अक्षाला ज्या बिंदुवर छेदते तो विचलन कोन होतो. तो कोन D ने दर्शवितात. आलेखाला ज्या बिंदुवर स्पर्शीका स्पर्श करते त्या बिंदुवरून y-अक्षाला समांतर असलेली एक रेषा काढा. ही रेषा x-अक्षाला एका बिंदुवर मिळते. तेच विचलन कोनाचा संगत असलेला आपाती कोन होतो. तुम्ही या आपाती कोनास घेऊन प्रयोग केल्यास आपाती कोनासमान असलेला बहिर्गत कोन येतो. तक्ता (1) पाहा.

- आपाती कोन, बहिर्गत कोन आणि विचलन कोन यामध्ये काही संबंध आहे काय ?
- चितीची अपवर्तनांक तुम्ही काढु शकता का ?

चला माहित करू या.



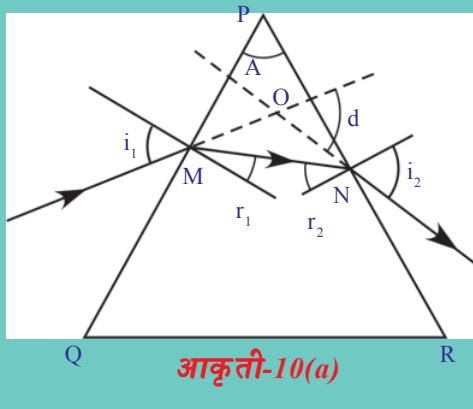
चितीच्या अपवर्तणाकांचे सुत्र साध्य करणे

आकृती 10(अ) मधील किरण चित्राचे निरिक्षण करा.

OMN त्रिकोणावरून

$$d = i_1 - r_1 + i_2 - r_2 \text{ येते.}$$

$$d = (i_1 + i_2) - (r_1 + r_2) \quad \text{——— (1)}$$



आकृती-10(a)

त्रिकोण PMN, वरुन

$$A + (90^\circ - r_1) + (90^\circ - r_2) = 180^\circ$$

सरळ रूप दिल्याने

$$r_1 + r_2 = A \quad \dots \dots \dots (2)$$

(1) आणि (2) वरुन

$$d = (i_1 + i_2) - A$$

$$A + d = i_1 + i_2 \quad \dots \dots \dots (3)$$

हा आपाती कोन, बहिर्गत कोन, विचलनाचा कोन

आणि चितीच्या कोना मधील संबंध आहे.

स्नेलच्या नियमावरुन आपणास माहित आहे की, $n_1 \sin i = n_2 \sin r$
समजा n हा चितीचा अपवर्तणांक आहे.

M वर स्नेलचा नियम वापरुन, हवेच्या अपवर्तणांकाशी

$$n_1 = 1; i = i_1; n_2 = n; r = r_1 \text{ येते.}$$

$$\sin i_1 = n \sin r_1 \quad \dots \dots \dots (4)$$

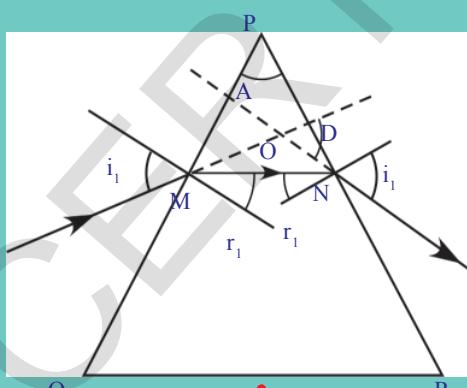
अशा रितीने N वर $n_1 = n; i = r_2; n_2 = 1; r = i_2$ येते.

$$n \sin r_2 = \sin i_2 \quad \dots \dots \dots (5)$$

आपणास माहित आहे की, विचलनाचा कमीत कमी कोन (D), आपाती कोन बहिर्गत कोनाएवढा असतो. म्हणजे $i_1 = i_2$ आकृती 10(b) पाहा. MN हे QR बाजुला समांतर आहे. हे तुमच्या लक्षात येते. वास्तविकपणे MN किरण चितीच्या पायाला समांतर आहे. आकृती 10(b) पाहा.

जेव्हा $i_1 = i_2$, विचलन कोन (d) कमीत कमी विचलन कोन (D) होतो.

तर समीकरण (3)



समीकरण-5 वरुन आपण $n = \sin(A+D/2)/\sin(A/2)$ सुत्र माहित करू शकतो का?

आता प्रयोग कृती (1) च्या परिणामावरुन आणि समीकरण (6) वरुन चितीचा अपवर्तणांक माहित करा.

$$A + D = 2i_1$$

$$\text{किंवा } i_1 = (A+D)/2$$

जेव्हा $i_1 = i_2$ तर $r_1 = r_2$ हे स्पष्ट होते.

यामुळे समीकरण (2) वरुन

$$2r_1 = A$$

$$\text{किंवा } r_1 = A/2$$

i_1 आणि r_1 समीकरण (4) मध्ये प्रतिक्षेपीत केल्यास
 $\sin((A+D)/2) = n \cdot \sin(A/2)$ येते.

$$\text{म्हणुन } n = \sin(A+D/2)/\sin(A/2) \dots \dots \dots (6)$$

हे चितीच्या अपवर्तनांकाचे सुत्र आहे.

एक उदाहरण पाहु या.

उदाहरण २

60° चा चितीकोन A हा विचलनाचा कमीत कमी कोन 30° तयार करतो. त्या चितीच्या तयारीत वापरलेल्या पदार्थाचा अपवर्तणांक माहित करा.

सोडवणुक : $A = 60^\circ$ आणि $D = 30^\circ$ दिलेले आहे.

$$n = \sin[(A+D)/2]/\sin(A/2) = \sin(90^\circ/2)/\sin(30^\circ)$$

$$= \sin 45^\circ / \sin 30^\circ = (1/\sqrt{2})/(1/2) = \sqrt{2}$$

$$\Rightarrow n = \sqrt{2}$$

अशाप्रकारे दिलेल्या चितीचा अपवर्तणांक = $\sqrt{2}$

चितीसोबत एक साधी कृती करु या.

कृती ३

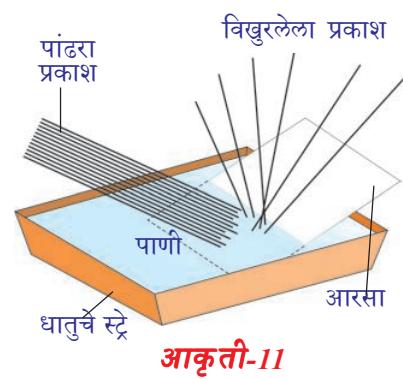
हा प्रयोग अंधाच्या खोलीत करा. चितीला एका टेबलावर उभ्या पांढऱ्या भिंतीजवळ ठेवा. एक लहान लाकडाचा ठोकळा घ्या. त्या ठोकळ्यावर एक लहान छिद्र करून त्यास टेबलावर उभे ठेवा. चितीला लाकडाचा ठोकळा आणि भिंतीमध्ये ठेवा. लाकडाच्या ठोकळ्याचे मागे एक पांढरा लाईट लावा. लाकडाच्या ठोकळ्याच्या छिद्रातुन येणारे किरण अरुंद होत जाते. चितीला अशा प्रकारे व्यवस्थीत उंचीवर ठेवा. जेणेकरून प्रकाश पाश्वरपृष्ठभागावर पडला पाहिजे. चितीच्या बहिर्गत किरणाच्या बदलाचे निरिक्षण करा. चितीला थोडे फिरवुन प्रतिमा भिंतीवर पडेल असे व्यवस्थीपणे मांडणी करा.

- तुम्हाला भिंतीवर काय दिसुन येते ?
- भिंतीवर रंगीत प्रतिमा पडते काय ?
- पांढरा प्रकाश वेगवेगळ्या रंगात का वेगळा होतो ?
- कोणते रंग तुम्हाला दिसुन येतात ?
- प्रत्येक रंगाच्या विचलन कोनात काही बदल दिसुन येतो का ?
- कोणत्या रंगाचे विचलन फार कमी असते ?

दुसरा प्रयोग करु पाहु या.

कृती ४

एक धातुचा स्ट्रे घेऊन त्यात पाणी भरा. त्या पाण्यात एक आरसा अशा रितीने ठेवा की, पाण्याच्या पृष्ठभागाशी काही कोन तयार झाला पाहिजे. आकृती -11 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे पाण्यातील आरशावर पांढरा प्रकाश केंद्रीकृत करा. पाण्याच्या वरच्या पृष्ठभागा वर ठेवलेल्या कार्ड बोर्ड च्या शिटवर रंग आणण्याचा प्रयत्न करा. तुम्ही पाहिलेल्या या रंगाचे नाव तुमच्या वहीत नमुद करा.



कृती (3) आणि (4) मध्ये आपणास दिसुन येते की, पांढरा प्रकाश विशिष्ट रंगात वेगवेगळा होतो.

- पांढरा प्रकाश रंगात अलग होतो यास किरण सिध्दांताब्दारे स्पष्ट करू शकतो का ?
किरण सिध्दांताब्दारे पांढरा प्रकाश वेगवेगळ्या रंगात अलग होतो. हे स्पष्ट करणे शक्य नाही.
- असे का होते ?
चला पाहू या.

प्रकाशाचे पृथक्करण (Dispersion of Light)

लाल रंगाच्या तुलनेत इतर रंगासाठी विचलन कोन खुप लहान असते आणि जांभळ्या रंगासाठी विचलन कोन खुप मोठा असतो. हे आपण कृती 3 मध्ये पाहिले आहे.

पांढरा प्रकाश विविध रंगात अलग होण्यास (VIBGYOR) is called **dispersion** असे म्हणतात.

मार्गील चर्चेत, चितीच्या विशिष्ट अपवर्तणांकासाठी फक्त एकच कमी विचलन केन असतो हे आपण शिकलो. फेरमॅटच्या नियमानुसार प्रकाश किरण प्रवास करतांना नेहमी लहान अंतराच्या मार्गाची निवड करणे हे आपण शिकलो. परंतु कृती -3 मध्ये आपल्या लक्षात आले की, प्रकाशाने प्रवास करण्यासाठी विविध मार्गाची निवड केली.

- याचा अर्थ चितीचा अपवर्तणांक रंगारंगात बदलत जातो का ?
- प्रत्येक रंगाच्या प्रकाशाचा वेग वेगवेगळा असतो का ?

आपण समजु शकतो की, पांढरा प्रकाश हा विविध तरंग लांबीच्या तरंगाचा समुह आहे. जांभळ्या रंगाची तरंग लांबी सर्वात कमी आणि लाल रंगाची तरंग लांबी सर्वात जास्त असते.

तरंग सिध्दांतानुसार प्रकाशाच्या तरंगाचे प्रसरण सर्व दिशेत होतो. प्रकाश हा विद्युत चुंबकीय तरंग आहे. कोणताही कण भौतिकदृष्ट्या पुढे आणि मागे दोलन होत नाही. शिवाय विद्युत परिमाण आणि चुंबकीय क्षेत्र विद्युत चुंबकीय तरंगासोबत राहुन, प्रत्येक बिंदुजवळ आवर्तीत होते. दोलणीय विद्युत आणि चुंबकीय क्षेत्र प्रकाशाच्या वेगासोबत सर्व दिशेत प्रसारण होते.

- चितीतुन जातांना प्रकाश विविध रंगात अलग का होतो ? याचा तुम्ही अंदाज लावु शकता का ?

सर्व प्रकाशाचा वेग स्थिर असला तरी एका माध्यमातुन प्रवास करतांना प्रकाशाचा वेग, त्याच्या तरंग लांबीवर अवलंबून असतो. अपवर्तणांक हे निर्वात आणि माध्यमातील वेगाचे गुणोत्तर आहे. परिमाणी माध्यमाचा अपवर्तनांक प्रकाशाच्या तरंग लांबीवर अवलंबून असते. जेव्हा पांढरा प्रकाश माध्यमातुन जातो तेव्हा प्रत्येक रंग त्याच्या कमी वेळात पोहचणाऱ्या मार्गाची निवड करतात. यामुळे विविध रंगाचे अपवर्तन विविध विचलनात होते. परिणामी पांढर्या प्रकाशातील रंग वेगवेगळे करून आपण (3) आणि(4) कृतीमध्ये पाहिल्या प्रमाणे भिंतीवर चितीची आकृती निर्माण होते. तरंग लांबीत वाढ झाल्यास अपवर्तनांकात घट होत, हे प्रयोगाव्दारे माहित झाले. VIBGYOR, मध्ये सात रंगाची तरंग लांबीची तुलना केल्यास लाल रंगाची तरंग लांबी सर्वात जास्त असते, लाल रंगाचा अपवर्तनांक कमी असल्यामुळे त कमी प्रमाणात विचलीत होते.

जेव्हा पांढरा प्रकाश चितीतुन जाते तेव्हा तो प्रकाश सात रंगात वेगळा केल्या जातो हे आपल्या लक्षात येते. एकेरी रंगाचे किरण चितीमधुन जात असल्याचे गृहीत धरा.

- ते जास्त रंगात वेगळे होतात का ?

प्रकाशाचे स्रोत एका सेकंदाला सोडलेल्या तरंगाच्या संख्येला वारंवारता (frequency) म्हणतात. प्रकाश वारंवारता हे प्रकाशाच्या स्रोताचे एक लक्षण आहे. हे कोणत्याही माध्यमाव्दारे बदलत नाही. म्हणुन अपवर्तनात सुध्दा वारंवारता बदलत नाही. अशा रितीने कोणत्याही पारदर्शक माध्यमातुन जाणारे रंगीत प्रकाश किरण त्याचा रंग बदलत नाही.

माध्यमांना वेगळे करणाऱ्या पृष्ठभागावर अपवर्तन होत असतांना एका सेकंदात त्या तलावर (interface) (पृष्ठभागावर) पतन झालेल्या तरंगाची संख्या दुसऱ्या माध्यमातील कोणत्याही बिंदुतुन जाणाऱ्या तरंगाच्या संख्येला समान असते. प्रकाश एका माध्यमातुन जातांना माध्यमानुसार प्रकाशाची तरंग लांबी बदलली तरी प्रकाशाची वारंवारत बदलत नाही. तरंगाचा वेग (v), तरंगाची लांबी (λ) आणि तरंगाची वारंवारता (f) यामधील संबंध $v = f\lambda$ (वारंवारता (f) ला v ने दर्शविते.)

कोनाच्या पृष्ठभागावरील अपवर्तनासाठी v हे (λ)शी प्रमाणात असते. प्रकाशाची तरंग लांबी वाढल्यास तरंगाचा वेग वाढतो आणि λ या उलट सुध्दा होते.

- कृती -3 मध्ये पाहिल्या प्रमाणे असे रंग निसर्गात तुम्ही कधी पाहिले का? तुम्ही त्याचे उदारहण देऊ शकता का?

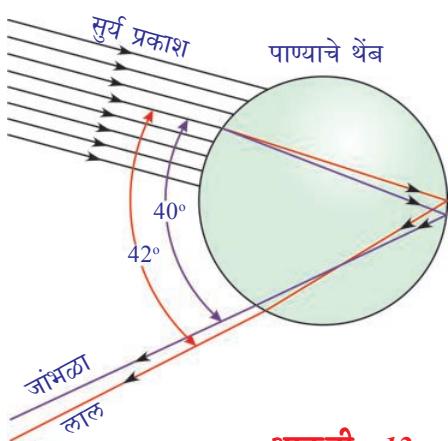
तुमचे उत्तर नक्कीच इंद्रधनुष्य असते. ते प्रकाशयाच्या अपस्करणाचे चांगले उदाहरण आहे.

- तुम्ही आकाशात इंद्रधनुष्य केव्हा पाहता?
- आपण कृत्रिम रितीने इंद्रधनुष्य तयार करू शकतो का?

चला पाहू या.

कृती 5

सुर्य किरणे पडणारी एक पांढरी भिंत घ्या. भिंतीच्या समोर अशारीतीने उभे राहा की, प्रकाश किरणे तुमच्या पाठीवर पडली पाहिजे. पाणी जाणारी एक नळी घेऊन त्याचे वरचे टोक बोटाने झाका. तुमचे बोट आणि नळीमधील सांध्या मधुन पाण्याचे फवारे निघतात. अशा रितीने पाण्याचे फवारे पडतांना भिंती वरील होणाऱ्या बदलाचे निरिक्षण करा. भिंतीवर तुम्हाला रंग दिसुन येईल.



आकृती -12

- तुम्ही भिंतीवरील रंग कसे पाहु शकता ?
- तुमच्या डोळ्यापर्यंत पोहोचाणारे प्रकाश किरण भिंती पासुन येत आहे का ?

चला माहित करू या.

अनेक मिलियन लहान पाण्याच्या थेंबा व्दरे प्रकाशाचे अपस्करण होऊन सुंदर असा इंद्रधनुष्य आकाशात निर्माण होतो. इंद्रधनुष्य निर्माण होण्याचे कारण माहित करण्यासाठी एक पाण्याचा थेंब विचारात घेऊ या.

आकृती 12 पाहा. पाण्याच्या थेंबाच्या वरच्या पृष्ठ भागापासुन सुर्य किरण त्या थेबांत प्रवेश करते. येथे होणाऱ्या पहिल्या अपवर्तनात पांढरा प्रकाश विविध रंगात अपस्करण होऊन रंगाची वर्णपंक्ती (spectrum) तयार होते. जांभळा रंग जास्त विचलीत होतो आणि लालरंग सर्वात कमी विचलीत होते. पाण्याच्या थेंबाच्या दुसऱ्या बाजुला पोहचुन प्रत्येक रंग पाण्याच्या थेंबात एकुण आंतरीक परावर्तनामुळे परावर्तीत होतो. पाण्याच्या थेंबाच्या पृष्ठभागावर येऊन प्रत्येक रंग पुन्हा हवेत परावर्तीत होतो. दुसऱ्या अपवर्तनात लाल आणि जांभळ्या किरणातील कोन पहिल्या अपवर्तीत कोनाच्या तुलनेत पुढे वाढत जातो.

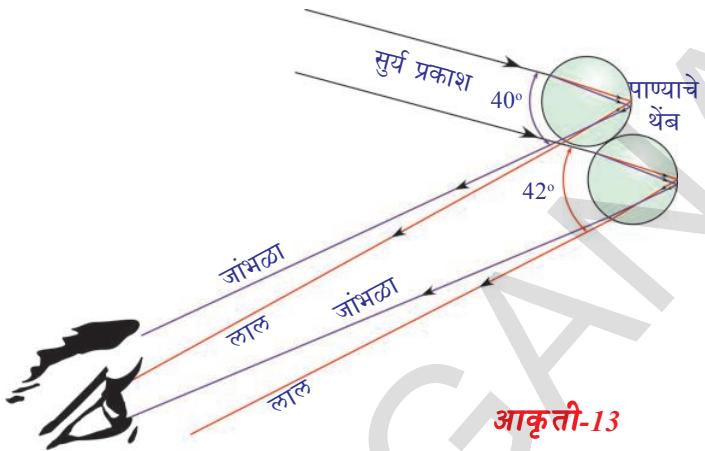
येणाऱ्या आणि जाणाऱ्या किरणामधील कोन 0° आणि 42° मध्ये कितीही असु शकतो. जेव्हा येणाऱ्या आणि जाणाऱ्या किरणातील कोन 42° अधिक कोना जवळ असतो तेव्हा चमकदार इंद्रधनुष्य आपणास दिसुन येतो. आकृती 12 मध्ये दाखविले आहे. पाण्याचा प्रत्येक थेंब प्रकाशाला सात रंगात वेगळा करतो. एका निरिक्षकाच्या स्थानावरून एका पाण्याच्या थेंबापासुन येणाऱ्या रंगापैकी कोणत्याही एका रंगाला पाहु शकतो.

पाण्याच्या एका थेंबापासुन येणारा जांभळा प्रकाश एका निरिक्षकाच्या डोळ्यापर्यंत पोहोचल्यास त्याच पाण्याच्या थेंबापासुन येणारा लाल रंग त्याच्या डोळ्यापर्यंत पोहोचत नाही. तो प्रकाश त्याच्या डोळ्याच्या थोळ्या खालच्या भागापर्यंत पोहाचते. आकृती 13 पाहा. म्हणुन निरिक्षकाला लाल रंगा पाहायच्या असल्यास आकाशातील पाण्याचा थेंबातील उंचावर असलेल्या थेंबाकडे पाहिले पाहिजे. सुर्यप्रकाश किरण आणि पाण्यांच्या थेंबाव्दारे मागे पाठविलेला कोन 42° असेल तर लाल रंग आपणास दिसुन येतो. 40° तो कोन असल्यास आपण जांभळा रंगाचा प्रकाश पाहु शकतो तुम्ही 40° आणि 42°

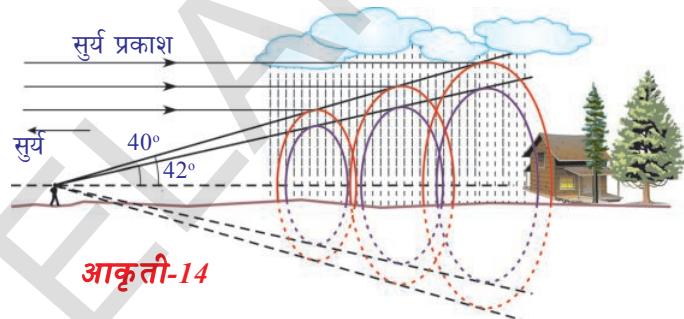
कोनांक डे पाहिल्यास तुम्हाला VIBGYOR मधील उरलेले रंग दिसून येतात.

- पावसाच्या थेंबाने अपस्करण झालेला प्रकाश धुनष्या सारखा का दिसते?

या प्रश्नांचे उत्तर माहित करण्यासाठी आपल्याला काही भुमितीय तार्कीकरणे गरज आहे. आपणास दिसणारा इंद्रधनुष्य सपाट विमीतीय चाप नव्हे. आकृती 14 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे आपण पाहिलेला इंद्रधनुष्य तुमच्या डोळ्याशी निमुळते टोक काढलेला त्रिमीतीय शंकु आहे. तुमच्या डोळ्याकडे प्रकाशाला प्रक्रिणन करणारे पाण्याचे थेंब शंकुच्या आकरात विविध थरात असतात. तुमच्या डोळ्याकडे प्रक्रिणन केलेले लाल रंग शुंकच्या बाह्य थरावर असतात. अशारीतीने तुमच्या डोळ्याकडे थेंबाव्दारे प्रक्रिणन केलेला नारंगी रंग लाल रंगाच्या कोनाच्या नारंगी रंगाखाली येण्यासाठी शंकुकारणीभूत ठरते. तसेच जांभळा रंगाचा शंकु सर्वांच्या आत असलेला शंकु (आकृती 14 पाहा) होतो.



आकृती-13



आकृती-14



विचार करा आणि चर्चा करा

- विमानातुन प्रवास करतांना दिसलेल्या इंद्रधनुष्याच्या आकाराची कल्पना तुम्ही करु शकता का? तुमच्या मित्राशी चर्चा करून माहिती गोळा करा?

दिवसा कोरडे वातावरण असतांना आकाश दिवसा निळ्या रंगाचे दिसते हा आपला सामान्य अनुभव आहे.

- आकाश निळे का असते?

या प्रश्नाचे उत्तर देण्यासाठी प्रकाशाचा दुसरा गुणधर्म प्रकाशाचे विकीरण या बद्दल जाणुन घेणे गरजेचे आहे.

- विकीरण (scattering) म्हणजे काय?

चला माहित करु या.

प्रकाशाचे विकिरण (Scattering of Light)

प्रकाशाचे विकिरण ही एक कठिण घटना आहे. ही संकल्पना माहित करण्याचा प्रयत्न करू या.

- एखाद्या मुक्त अणुला किंवा रेणुला एका निश्चित प्रकाशाच्या वारंवारतेत ठेवल्यास काय घडते?

प्रकाशात ठेवलेला अणु किंवा रेणु प्रकाश उर्जा शोषण करते आणि काही प्रमाणात प्रकाश उर्जा विविध दिशेत उत्सर्जीत करते. प्रकाशाच्या विकिरणात ही प्रक्रिया घडून येते.

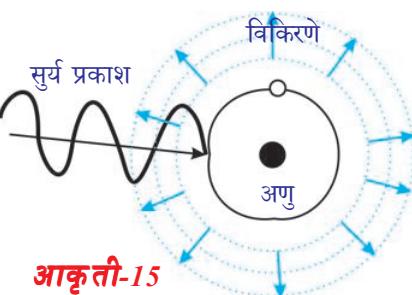
रेणु किंवा अणुवर प्रकाशाचा प्रभाव त्या अणुच्या किंवा रेणुच्या परिमाणावर अवलंबून असते. जर कणाचे परिमाण (अणु किंवा रेणु) लहान असल्यास तो अधिक वारंवारतेच्या प्रकाशाव्दारे प्रभावित होते आणि या उलट सुधा होते. निश्चित वारंवारता

असलेला प्रकाश अणुवर पतन होते असे मानू या. या प्रकाशामुळे अणु कंपन पावतात. या कंपनामुळे सर्व दिशेत विविध तिव्रतेचा प्रकाश उत्सर्जीत होतो.

प्रकाशाच्या प्रवाह दिशेला लंब असलेल्या एकक क्षेत्रफळाच्या प्रतलातुन जाऊन एका सेंकादात प्रसरण करणाऱ्या प्रकाशाच्या शक्तीला प्रकाशाची तिव्रता (intensity of Light) म्हणतात. आकृती 15 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे एक स्वंत्र अणु किंवा रेणु अंतराळात (जागा) कुठेतरी आहे असे मानू.

निश्चित वारंवारता असलेला प्रकाश त्या अणुवर किंवा रेणुवर पडतो. त्या अणुचे किंवा रेणुचे परिमाण पतन झालेल्या तरंग लांबीशी तुलना करण्यासारखे असल्यास तो अणु त्या प्रकाशाला प्रतिक्रिया देते. या अटीचे समाधान झाल्यास अणु प्रकाश ग्रहन करून कंपन पावते. या कंपनामुळे निश्चित प्रमाणात ग्रहन केलेली उर्जा विविध तिव्रतेत सर्व दिशेत अणुव्दारे पुनः उत्सर्जीत केल्या जाते. पुनःउत्सर्जीत केलेल्या प्रकाशाला विखुरलेला प्रकाश म्हणतात, आणि सर्व दिशेची विविध तिव्रतेत प्रकाशाला परत बाहेर टाकण्याच्या प्रक्रियेला प्रकाशाचे विखुरणे (विकिरण) असे म्हणतात. या अणुला किंवा रेणुला विकिरण केंद्र म्हणतात. निश्चित दिशेत म्हणजे प्रकाशाच्या तिव्रतेचे निरिक्षण करण्याच्या दिशेत येणारा विखुरलेला प्रकाश पतन झालेला प्रकाश यामधील कोन समजा ' θ ' आहे.या कोनाला विकिरण (विखुरलेले) कोन (scattered angle) म्हणतात. प्रयोगावरून निरिक्षणास आले की, विखुरलेल्या प्रकाशाची तिव्रता विकिरण कोनासोबत बदलत असते. 90° विकिरण कोनावर तिव्रता सर्वाधिक होते.

या कारणामुळे सूर्यकिरणाच्या दिशेला लंब दिशेत आकाशाकडे पाहिल्यास आकाश निळ्या रंगाचे दिसते. आपण पाहिलेल्या दिशेचा कोन बदलल्यास निळ्या रंगाची तिव्रता सुधा बदलते.



तुम्हाला एक शंका येत असेल प्रकाशाच्या विकिरणात फक्त निळा रंग का येतो ?
इतर रंग का येत नाही ?

केंद्राच्या विखुरण्यामुळे आकाश निळे दिसते का ? माहित करु या.

आपल्या सभोवती असलेल्या वातावरणात विविध प्रकारचे रेणु आणि अणु असतात हे तुम्हाला माहित आहे. वातावरणातील N_2 आणि O_2 अणु आकाशाच्या निळ्या रंगाला कारणीभूत आहे. या रेणुचे परिमाण निळ्या प्रकाशाच्या तरंग लांबीशी तुलना करण्यासारखे आहे. निळ्या प्रकाशाच्या विकिरणात हे रेणु विकिरण केंद्र (scattering centres) म्हणुन कार्य करतात.

- उन्हाळ्यात एका निश्चित दिशेत पाहिल्यास कधी कधी आकाश पांढरे का दिसते ?

वातावरणात विविध परिमाणाचे अणु आणि रेणु असतात. त्यांच्या परिमाणावरून ते विविध तरंगलांबी असलेल्या प्रकाशाचे विकिरण करतात. उदाहरणार्थ पाण्याच्या रेणुचे परिमाण N_2 किंवा O_2 च्या परिमाणापेक्षा जास्त असते. ते निळ्या रंगाच्या प्रकाशापेक्षा जास्त असते. ते निळ्या रंगाच्या प्रकाशापेक्षा कमी वारंवारता असलेल्या प्रकाशासाठी विकिरण केंद्रासारखे कार्य करते.

उन्हाळ्यात उष्णता वाढल्याने वातावरणात पाण्याचे बाष्फ प्रवेश करते यामुळे वातावरणात पाण्याचे रेणु विपुल प्रमाणात असतात. हे पाण्याचे रेणु इतर वारंवारतेच्या प्रकाशाच्या रंगाना विकिरण (विखुरतात) (निळा रंग सोडुन) करतात. इतर वारंवारतेचे असे रंग तुमच्या डोळ्यापर्यंत पोहोचतात आणि त्यामुळे आकाश पांढरे दिसते.

- प्रयोगाब्दारे आपण प्रकाशाचे विकिरण (विखुरणे) दाखवु शकतो का ?

चला माहित करु या.

कृती 6

एका काचेच्या चंचुपात्रात सोडीयम थायोसलफेट (हायपो)(hypo) आणि सल्फुरीक आम्ल घ्या. त्या बिकरला सुर्यप्रकाश भरपुर मिळेल अशा जागी ठेवा. सल्फरचे दाने तयार होतांना पाहा आणि त्या चंचुपात्रात होणाऱ्या बदलाचे निरिक्षण करा.

अभिक्रिया सुरु असतांना सल्फरचे अवक्षेप तुम्हाला दिसुन येईल. सुरुवातीला सल्फरचे दाने लहान आकारात दिसतील आणि क्रिया सुरु असतांना अवक्षेपणामुळे त्याचा आकार हल्लुहल्लु वाढत जाते.

सुरुवातीला सल्फरचे दाने निळ्या रंगात दिसुन येते आणि त्याचे परिमाण वाढत गेल्यामुळे त्याचा रंग हल्लुहल्लु पांढरा होतो. याचे कारण म्हणजे प्रकाशाचे विकिरण होय. सुरुवातीला दाण्याचा आकार लहान लहान असतो आणि जवळ जवळ निळ्या प्रकाशाच्या तरंग लांबीशी तुलना करण्या सारखे असते. म्हणुन सुरुवातीला ते निळ्या रंगात असतात. त्याचा आकार वाढल्यामुळे तो आकार इतर रंगाच्या तरंग लांबीशी तुलना करण्या योग्य बनतो. परिणामी इतर रंगासाठी ते विकिरण केंद्र म्हणुन कार्य करते. या सर्व रंगाच्या संयोगाने (एकत्रीत करणाने) पांढरा रंगात दिसुन येतो.

- सुर्योदय आणि सुर्योस्ता दरम्यान सुर्याचा रंग लाल दिसण्याचे कारण तुम्हाला माहित आहे काय ?

वातावरणात विविध परिमाणाचे स्वंत्र रेणु आणि अणु असतात. हे रेणु आणि अणु विविध तरंग लांबीच्या प्रकाशाला विकिरण (विखुरले) करतात. त्याच्या परिमाणाशी तुलना करण्या योग्य असतात. वातावरणात लाल रंगाच्या प्रकाशाची तरंग लांबीशी तुलना करण्यायोग्य परिमाणाचे रेणु खुप कमी असतात. म्हणुन लाल प्रकाशाचे विकिरण इतर रंगाच्या तुलनेत कमी होते. सुर्योदय, सुर्योस्ताच्या वेळी सुर्यपासून निघणारा प्रकाश तुमच्या डोळ्यापर्यंत पोहचण्यासाठी भु-वातावरणात जास्त अंतर प्रवास करावा लागतो. लाल रंग प्रकाशा शिवाय उरलेले सर्व रंगाचा प्रकाश अधिक विकिरण होऊन तुमच्या पर्यंत पोहचण्या आधीच दिसेनासा होतो. लाल प्रकाशाचे विखुरणे खुप लहान असते. ते तुमच्या पर्यंत पोहोचते. परिमाणी सुर्योदय आणि सुर्योस्ता दरम्यान सुर्य लाल रंगाचा दिसतो.

- दुपारच्या वेळेला सुर्य लाल का दिसत नाही या कारणाचा अंदाज लावू शकता का ?

दुपारच्या वेळेस सुर्यकिरणांनी प्रवास केलेले अंतर हे सकाळच्या आणि सायंकाळीच्या वेळेच्या तुलनेत खुप कमी असते. म्हणुन जास्त न विखुरता सर्व रंग तुमच्या डोळ्या पर्यंत पोहचते. म्हणुन दुपारच्या वेळेस सुर्य पांढरा दिसतो.



आपणास माहित आहे का ?

आपले आवडते शास्त्रज्ञ आणि नोबेल पुरस्कार विजेता सर सि.व्हि. रमन (C.V. Raman) यांनी वायु आणि द्रव स्थितीत प्रकाशायच्या विकिरणाचे स्पष्टीकरण दिले. द्रवाणात प्रकाशाच्या विकिरणाची वारंवारता ही पतन झालेल्या प्रकाशाच्या वारंवारते पेक्षा जास्त आहे. असे प्रयोगाव्दारे त्यांना कळून आले. यालाच रमनचा परिमाण (Raman Effect) असे म्हणतात. या परिमाणावरून शास्त्रज्ञांनी रेणुचा आकार ठरविला.



Sir CV Raman

आतापर्यंत आपण प्रकाशाचे अपवर्तन, अपस्करण आणि विकिरणा बद्दल(विखुरने) शिकलो. या आपल्या सभोवताली घडणाऱ्या आश्चर्य कारक घटना आहेत. अशी कोणतीही घटना तुमच्या निरिक्षण येते तेव्हा प्रकाशाच्या स्वभावाच्या आधारावरून ती समस्या सोडवुन अभिनंदन करून त्या आनंदाचा आस्वाद घेतला पाहिजे.



महत्वाचे शब्द

सुस्पष्ट दृष्टीचे लघुत्तम अंतर, दृष्टीचा कोन, डोळ्याच्या भिंगाचे समायोजन, निकट दृष्टीता, दूर दृष्टीता, वृद्ध दृष्टीता, भिंगाचे सामर्थ्य, चितीचा कोन किंवा चितीचा अपवर्तीत कोन, लघुत्तम विचलनाचा कोन, अपस्करण, विकीरण



आपण काय शिकलोत?

- साधारण मानवी स्पष्टदृष्टीचे लघुतम अंतर 25 से.मी. आणि दृष्टीचाकोन सुमारे 60° असते.
- डोळ्याच्या भिंगांच्या नाभीय अंतर बदल्याच्या सामर्थ्यास भिंगाचे समायोजन असे म्हणतात.
- एक व्यक्ती दुरच्या बिंदुच्या अगोदर असलेल्या वस्तु पाहू शकत नाही या दोषाला लघु दृष्टीता म्हणतो.
- जवळच्या बिंदुच्या अलीकडे ठेवलेल्या वस्तुला पाहू शकत नाही या दोषाला दिर्घ दृष्टीता म्हणतो.
- वयानुसार डोळ्याच्या भिंगाचे समायोजन सामर्थ्य कमी होते जाते यास वृद्ध दृष्टीता असे म्हणतात.
- नाभी अंतराच्या व्यस्ताला भिंगाचे सामर्थ्य म्हणतात.
- चितीचा अपवर्तणांक

$$n = \sin[(A+D)/2]/\sin(A/2)$$

येथे A चितीचा कोन D हा कमी विचलनाचा कोन आहे.

- पांढरा प्रकाश रंगात (VIBGYOR) मध्ये वेगळा झाल्यास त्यास अपस्करण असे म्हणतात.
- एका अणु किंवा रेणुव्दारे शोषण केलेल्या प्रकाशाला परत सर्व दिशेत विविध तिक्रतेत उत्सर्जीत केल्यास त्यास प्रकाशाचे विकिरण म्हणतात.



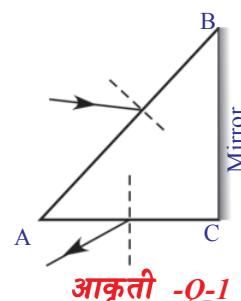
दुमच्या अस्यासात सुधारणा करा

संकल्पनेवर प्रतिसंदेश

1. लघु दृष्टीता दोष कसा दुर्घट होतो? (AS1)
2. दिर्घ दृष्टीता दोषाच्या निवारणाचे स्पष्टीकरण करा? (AS1)
3. चितीच्या पदार्थाचा अपवर्तणांक तुम्ही प्रयोगाब्दारे कसा माहित करता? (AS1)
4. इंद्रधनुष्य निर्माणाचे वर्णन करा. (AS1)
5. आकाश निळे का असते या कारणाचे सविस्तर वर्णन करा? (AS1)
6. कृत्रिम इंद्रधनुष्याच्या तयारीच्या दोन कृतीचे स्पष्टीकरण करा. (AS3)
7. चितीच्या पदार्थाच्या अपवर्तनांकाचे समीकरण साध्य करा? (AS1)
8. तरंगलंबीचा प्रकाश n_1 अपवर्तणांक असलेल्या माध्यमापासुन n_2 अपवर्तनांक असलेल्या माध्यमात प्रवेश करते. दुसऱ्या माध्यमात प्रकाशाची तरंगलंबी किती? (AS1)
9. आकाश कधी कधी पांढरे का दिसते? (AS 7)
10. एक व्यक्ती दुरची वस्तु पाहात आहे. जर त्याच्या डोळ्यासमोर अभिसारी भिंग ठेवल्यास त्या वस्तुचा आकार वाढल्या सारखे वाटतो? कारण? AS1

संकल्पनेचे उपयोजन

1. आकृती Q-1 मध्ये चितीच्या एका (AB) पृष्ठभागापासुन पडलेले आपाती किरण, चितीच्या AC पृष्ठभागापासुन येणाऱ्या बहिर्गत किरणाला दाखविले आहे. किरण चित्र पुर्ण करा? (AS 5)



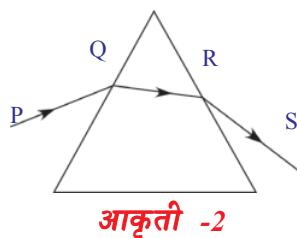
- आकाशात निळारंग दिसण्यासाठी कारणीभुत ठरलेला वातावरणातील रेणुची भुमिका कोणती? (AS 6)
- डोळ्यातील केसासारख्या स्नायुच्या कायचे तुम्ही कसे अभिनंदन करता? (AS 6)
- काच हा पारदर्शक पदार्थ आहे. परंतु मुळ काच अपारदर्शक असून पांढऱ्या रंगाचा असतो? कारण? (AS 7)
- चितीच्या एक पृष्ठभागावर एक प्रकाश किरण 40° चा कोन करत पडते, म्हणुन त्यामुळे 30° चा विचलन कोन तयार होते. दिलेल्या पृष्ठभागावर चितीचा कोन आणि अपवर्तन कोन काढा? (उत्तर: $50^\circ, 25^\circ$) (AS 7)
- दर्घ दृष्टीता असलेल्या व्यक्तीला 100 से.मी. नाभीयांतर असलेला भिंग वापरावे म्हणुन डॉक्टर सुचवितात. जवळच्या बिटुंचे अंतर आणि भिंगाचे सामर्थ्य माहित करा? (उत्तर: 33.33cm, 1D) (AS 7)

उच्च विचार सरणीचे प्रश्न

- आपल्या सभोवतालचे जग आपण डोळ्यांनी पाहातो हे डोळ्याच्या भिंगाच्या समायोजनामुळे शक्य आहे. तुमची भावना व्यक्त करणाऱ्या सहा ओळी लिहा? (AS 6)

योग्य पर्याय निवडा

- मानवाचे डोळे ग्रहन करणारे वस्तुंचे परिमाण प्राथमिकपणे यावर अवलंबुन असते []
 a) वस्तुचे मुळ परिमाण
 b) वस्तुचे डोळ्यापासुनचे अंतर
 c) डोळ्याचे बुबुळ
 d) दृष्टपटलावर तयार झालेल्या प्रतिमेचा आकार
- जेव्हा विविध अंतरावरील वस्तुंना डोळे पाहतात. तेव्हा खालील पैकी कोणते स्थिर राहते?
 a) डोळ्याच्या भिंगाचे नाभीय अंतर
 b) डोळ्याच्या भिंगापासुन वस्तुचे अंतर []
 c) डोळ्यांच्या भिंगाची वक्रता त्रिज्या
 d) डोळ्याच्या प्रतिमेचे अंतर
- अपवर्तन दरम्यान बदलत नाही []
 a) तरंगलांबी
 b) वारंवारता
 c) प्रकाशाचा वेग
 d) वरील सर्व
- आकृती-2 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे टेबलावर ठेवलेल्या समभुज काचेच्या चितीच्या एका पाश्व पृष्ठभागावर प्रकाश किरण पडले आहे. किरणाच्या कमी विचलनासाठी खालील पैकी कोणते सत्य आहे?
 a) PQ क्षीतीज समांतर आहे.
 b) QR क्षीतीज समांतर आहे.
 c) RS क्षीतीज समांतर आहे.
 d) PQ किंवा RS क्षीतीज समांतर आहे.



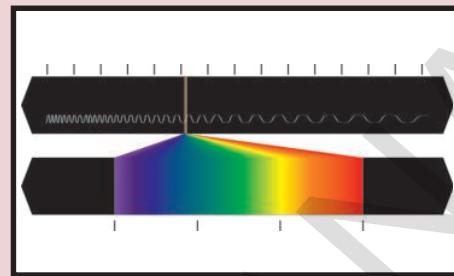
5. व्यक्तीचे दुरचे अंतर 5 मीटर आहे. सामान्य दृष्टीने पाहिण्यासाठी कोणत्या प्रकारचा चष्मा वापरला पाहिजे ? []
- a) 5 मीटर नाभी अंतर असलेली अंतर्वक्रम भिंग b) 10 मी.नाभी अंतर असलेली अंतर्वक्रम भिंग
- c) 5 मीटर नाभी अंतर असलेली बहिर्वक्रम भिंग d) 2.5 मीटर नाभी अंतर असलेली बहिर्वक्रम भिंग
6. शोषण केलेल्या प्रकाशाला सर्व दिशेत विविध तिक्रतेत अणु किंवा रेणु व्दारे पुनरुत्सर्जीत केलेल्या प्रक्रियेला म्हणतात. []
- a) प्रकाशाचे विकिरण b) प्रकाशाचे अपस्करण
- c) प्रकाशाचे परावर्तन d) प्रकाशाचे अपवर्तन

सुचवलेले प्रयोग

1. तुमच्या वर्गात इंद्रधनुष्य उत्पन्नचे प्रयोग करा आणि प्रक्रिया स्पष्ट करा ? (AS3)
2. चितीच्या अपवर्तणांक माहित करण्यासाठी प्रयोग करा ?
3. प्रकाशाचे पसरणेचे प्रात्याक्षिक दाखवण्याचे प्रयोग करा ?

सुचवलेले प्रकल्प

1. दुर्बीनमध्ये चिती वापरल्या जाते. दुर्बीनमध्ये चिती का वापरल्या जाते ? या विषयी माहिती गोळा करा ? (AS4)
2. डोळ्याच्या डॉक्टरपासुन किंवा चष्म्याच्या दुकानातुन दृष्टीदोषच्या विविध प्रकाराविषयी माहिती गोळा करून अहवाल तयार करा ?
3. दृष्टीदोष दुरुस्त करण्यासाठी वापरणाऱ्या विभिन्न प्रकारचे भिंग गोळा करा आणि अहवाल तयार करा ?
4. दैनंदिन जीवनात घडलेल्या अपुर्व देखाव्याविषयी माहिती गोळा करा ?



अणुची संरचना (Structure of Atom)

ऋण प्रभारीत कण (electrons) धन प्रभारीत कण (protons) आणि विजेने उदासीन न्युट्रॉन्स(neutrons) या अणुच्या उप घटक कणाविषयी तुम्ही पुर्वीच्या वर्गांत शिकला आहात.

- विजेने उदासीन अणु मध्ये अणुचे हे उपघटक एकाच वेळी कसे अस्तीत्वात असतात ?

तुम्ही ९ व्या वर्गात जे. जे. थॉमसन, इरनेस्ट रुथरफोर्ड आणि निल्स बोअर (JJ Thomson, Ernest Rutherford and Niels Bohr) ने सांगीतलेले अणु प्रतिकृती विषयी मुलभुत कल्पना शिकला आहात.

कृती १

तुम्हाला असलेल्या पुर्व ज्ञानाच्या आधारावर तुम्ही अणुचे प्रतिकृती बनवू शकता का ?

- अणुमध्ये अणुच्या उपघटकांची रचना तुम्ही आणखी वेगळ्या पद्धतीने करू शकता का ?

(तुमच्या मित्राची, तुमच्या शिक्षकांची आणि अंतरजाळ ची मदत घ्या) तुमचे आणि तुमच्या मित्राचे अणु प्रतिकृतीची काळजी पुर्वक निरिक्षण करा आणि खालील प्रश्नांचे उत्तरे द्या.

- सर्व अणुत सारखेच अणुचे उपघटक कण आहेत का ?
- एका मुलद्रव्याचे अणु दुसऱ्या मुलद्रव्याच्या अणु पासुन भिन्न कसे आहेत ?
- अणुच्या अवकाशात इलेक्ट्रॉन्स ची वितरण कसे होते ?

वरील प्रश्नांची उत्तरे देण्यासाठी, तुम्हाला प्रकाशाचे स्वरूप, रंगीत ज्योत आणि त्यांचे लक्षण समजणे आवश्यक आहे.

वर्णपंक्ती (Spectrum)

इंद्रधनुष्य कसे तयार होते याचे निरक्षण तुम्हाला करावे लागणार आहे.

- इंद्रधनुष्यात किती रंग असतात ?

त्यात सात रंग असतात. गर्द जांभळा, जांभळा, निळा, हिरवा, पिवळा, नांरगी, आणि लाल (violet, indigo, blue, green, yellow, orange) (VIBGYOR) हे सात रंग इंद्रधनुष्यात असतात.

रंग निरंतर पसरत असल्या सारखे तुम्हाला दिसते आणि प्रत्येक रंगाची तिक्रिता एका बिंदु पासुन दुसऱ्या बिंदु पर्यंत वेगवेगळी असते.

प्रकाशाच्या तरंगाचे स्वरूप (Wave nature of light)

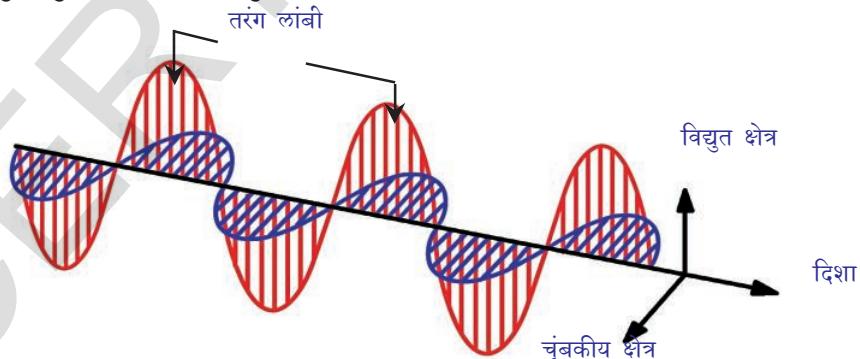
- एका निश्चल तळ्यात जेव्हा तुम्ही दगड फेकता तेव्हा ते दगड जेथे पडते तिथे लाट (खळखळाट) तयार झालेले तुम्ही निरक्षण केलेच असेल. ही लाट (खळखळाट) पाण्याच्या पृष्ठभागावर तरंग रूपात सर्व दिशेत प्रसारीत होतो.
- कंपनाने आवाजाचे तरंग निर्माण होतात हे तुम्हाला माहितच आहे. उदा. डबंरु
- याच प्रमाणे जेव्हा विद्युत प्रभार कंपन पावते तेव्हा विद्युत चुंबकीय तरंग निर्माण होतात.
- विद्युत प्रभाराच्या सभोवती कंपन पावणारे विद्युत आणि चुंबक क्षेत्र, अवकाशातुन प्रसारीत तरंग रूपात कसे बदलतात ?

केण्ट्याही विद्युत प्रभार कंपन पावतात ते त्याच्या भोवती असणारे विद्युत क्षेत्राना बदल घडविते. बदलत असलेले हे विद्युत क्षेत्र, चुंबकीय क्षेत्रात बदल आणतो.

प्रसार दिशेला लंब दिशेत असुन एकाला दुसरी लंब दिशेत असण्यासारखे विद्युत चुंबकीय क्षेत्र निर्माण होणारी ही प्रक्रिया निरंतर चालु असते.

आपण पाहणारे प्रकाश हे विद्युत चुंबकीय तरंग आहे आणि प्रकाशाची गती (c) हे 3×10^8 मी.से. $^{-1}$.

- विद्युत चुंबकीय तरंगाचे गुणधर्म काय आहेत ?



आकृती -1 : विद्युत चुंबकीय तरंग

समुद्राचे तरंग पाण्यातुन प्रवास केल्यासारखे निवात जागेतुन विद्युत चुंबकीय शक्ती प्रवास केल्यासारखे वाटते. समुद्र तरंगा सारखे विद्युत चुंबकीय शक्तीला तरंगलांबी (λ), आणि वारंवारता (v) या गुणधर्मनि स्पष्ट करू शकतो.

एका तरंगाच्या टोकापासुन त्याच्या नंतरच्या टोकापर्यंतची लांबी ही तरंगाची तरंगलांबी (λ) होय. एका सेकंदात एका बिंदुं वरून प्रसारीत तरंग टोकाची संख्यांना वारंवारंता(v) म्हणतात. वारंवारता ($1/s$ किंवा s^{-1}) व्यस्ताच्या एकाका मध्ये व्यक्त करतात. या दोन राशी मधील संबंध

$$\lambda \alpha 1/v \text{ किंवा } c = v\lambda$$

- वरील समीरकणाला ध्वनी तरंगासाठी लागु करू शकतो का?

होय, करू शकतो. कारण की हे सार्वत्रिक समीकरण असल्यामुळे सर्व तरंगासाठी हे लागु पडते. वारंवारंता जशी वाढते तशी तशी तरंग लांबी कमी होत जाते. विद्युत चुंबकीय तरंग विस्तृत विविध वारंवारतेने असते. विद्युत चुंबकीय वारंवारता च्या संपुर्ण रांगाना विद्युत चुंबकीय वर्णपंक्ती (*electromagnetic spectrum.*) असे म्हणतात.

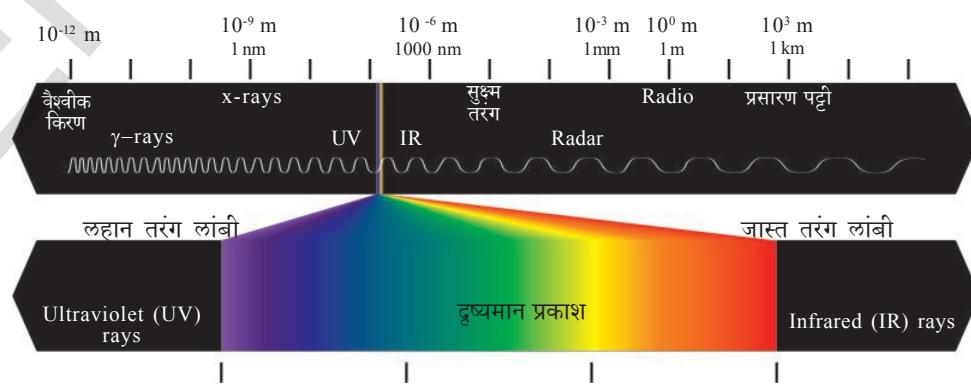
इंद्रधनुष्याचे निर्माण हे निसर्गारे वर्णपंक्ती चे उदाहरण होय. इंद्रधनुष्यातील प्रत्येक रंग एक विशिष्ट गुणधमनी असते. वर्णपंक्तीतील लाल रंग (जास्त तरंग लांबी) वरून जांभळा रंग (कमी तरंग लांबी) पर्यंत विस्तारून राहते. मानवी डोळ्याने पाहता येणारे हे रंगांना (तरंग लांबी) दृष्यमान प्रकाश (*visible light*) म्हणतात. लाल रंगापासुन जांभळ्या रंगापर्यंतच्या तरंगलांबीच्या रांगाना दृष्यमान वर्णपंक्ती (*visible spectrum*) असे म्हणतात.

- दृष्यमान वर्णपंक्तीच्या व्यक्तीरिक प्रकाशाची आणखी कोणती तरी तरंग लांबी आहे का?

विद्युत चुंबकीय वर्णपंक्ती (Electromagnetic spectrum)

विद्युत चुंबकीय तरंग हे विविध तरंग लांबीचे समुह आहे. तरंग लांबीच्या संपुर्ण रांगाना विद्युत चुंबकीय वर्णपंक्ती म्हणतात.

कमी तरंगलांबी वर गामा किरण च्या तरंग लांबी ते जास्त तरंग लांबी वर रेडीओ तरंगाच्या निरंतर रांगा विद्युत चुंबकीय वर्णपंक्तीत असतात. पण आपले डोळे फक्त दृष्यमान प्रकाशाला पाहू शकते.



आकृती-2: विद्युत चुंबकीय वर्णपंक्ती

- आगीवर लोखंडाच्या छडीला तापवले तर काय घडते?
- लोखंडाची छडी गरम होतांना त्याच्या रंगात काही बदल घडलेल्या दिसतात का?

जेव्हा तुम्ही लोखंडाच्या छडीला तापवता तेव्हा प्रकाशाच्या रूपात उष्णउर्जा उत्सर्जन करते. सुरुवातीला ते लाल रंगात (जास्त तरंग लांबी, कमी उर्जा) होते. तापवणे तसेच चालु ठेवले असता तापमान जसे जसे वाढत जाते तसे तसे ते नारंगी, पिवळा, निळा, (कमी तरंग लांबी, जास्त उर्जा) रंगात आणि जास्त तापमानावर लोखंडाची छडी प्रकाशीत होते. दृष्ट्यमान तरंग लांबी असलेली पांढऱ्या रंगात रूपांतर होते.

- लोखंडाच्या छडीला तापवताना त्याच्या पासुन एक रंग उत्सर्जीत होतांना त्या मध्ये आणखी एक रंगाचे तुम्ही निरक्षण केले का?

जेव्हा तापमान खुप वाढत असते तेव्हा इतर रंग पण उत्सर्जीत होतात पण उत्सर्जीत झालेल्या विशिष्ट रंगाची तिक्रता जास्त असल्याने (उदा. लाल) इतर रंगाचे निरक्षण होऊ शकत नाही.

विद्युत चुंबक हे निरंतर उर्जा म्हणुन मानणारे पारंपारीक समजुती वरून उर्जेचे शोषण किंवा उर्जा उत्सर्जन हे केव्हाही $h\nu$ च्या गुणकात असते. म्हणुन मँक्स फ्लॉक ने प्रतीपादीत केले.

उदाहरणार्थ: $h\nu$, $2 h\nu$, $3 h\nu \dots nh\nu$

म्हणजेच एका विशिष्ट वारंवारता E साठीची उर्जा समीकरण $E = h\nu$, ने निर्देशीत करतात. येथे ' h ' हा फ्लॉक स्थिर आहे. ज्याची किंमत $6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}$ आहे. आणि शोषीत किंवा उत्सर्जीत किरणोत्सारची वारंवारता ' ν ' आहे.

निय्या रंगाच्या (कमी तरंग लांबी किंवा जास्त वारंवारता) उर्जेच्या तुलनेने लाल रंगाची (जास्त तरंग लांबी किंवा कमी वारंवारता) उर्जा कमी असते. उष्म उर्जे मध्ये जसे जसे वाढ होईल वस्तु तसे तसे उर्जा सोडत जाते.

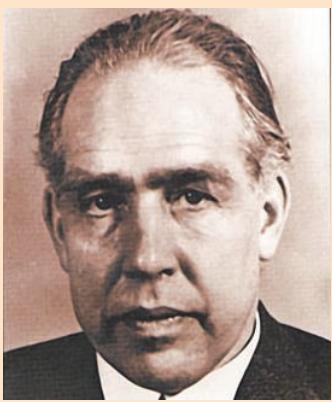
फ्लॉक नियमाचे महत्व हे आहे की, विद्युत चुंबकीय उर्जा शोषण किंवा उत्सर्जन हे अविच्छिन रूपात नसुन ते निश्चित किंमतीच्या भागात असते.

- म्हणुन प्रकाशाच्या वर्णप्रत्कीचे शोषण किंवा उत्सर्जन हे तरंगलांबीच्या गटाचे समुह असते.
- दिवाळीला फटाके फोडल्यानंतर त्या विविध रंग पाहून तुम्हाला आनंद येतो का?
- हे रंग कोठुन येतात?

कृती 2

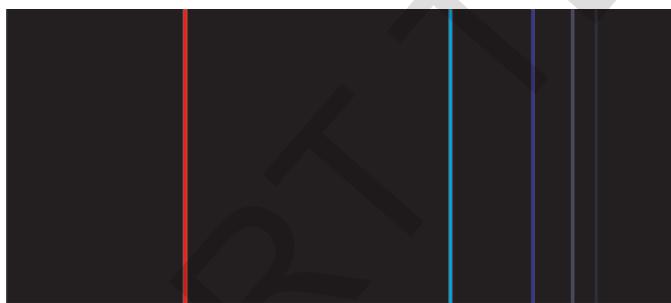
चिमुटभर क्युप्रीक क्लोराईड एक बॉच ग्लास मध्ये घ्या आणि व्याग्र हायड्रोक्लोरीक आम्लाने पेस्ट(खल) बनवा. एका प्लाटीनम तारेच्या वलय बनवुन त्यावर पेस्ट (खल) ठेऊन लहान ज्वाला वर ठेवा.

- कोणत्या रंगाचे निरक्षण केले?
- स्ट्रोनटीयम क्लोराईड सोबती ही कृती करा.



निल्स हेन्रीक डेविड बोअर
(Niels Henrik David Bohr) हे एक दानिश

भौतिकतज्ज्ञ आहेत. अणुची स्वता आणि पुंज सिद्धांता (quantum theory) विषयी प्राथमिक संकल्पना ना माहित करून दिले. यासाठी त्यांना 1922 मध्ये भौतिक शास्त्रामध्ये नोबेल पारितोषीक देऊन सन्मान केला. बोअर एक तत्वज्ञानी आणि सांकेतिक शोधान समोर नेणारा व्यक्ती म्हणुन ओळखला जातो.



आकृती-3: हायड्रोजन स्ट्रीम

इलेक्ट्रान कमी उर्जा स्थिती (जमीनीची स्थिती) वरून जास्त उर्जा स्थिती(उद्दीपीत स्थिती) वर पोहचते तेव्हा ते उर्जेला शोषण करते. किंवा इलेक्ट्रान जास्त उर्जा स्थिती वरून कमी उर्जा स्थितीवर पोहचते तेव्हा ते उर्जेला उत्सर्जन करते.

अणुतील इलेक्ट्रान ला निश्चित उर्जा किंमती E_1, E_2, E_3, \dots ; असतात. म्हणजे इलेक्ट्रानची उर्जा पुंजसंस्था मध्ये असते. या उर्जेला संबंधीत स्थितीला स्थिर स्थिती (stationary states) आणि उर्जेच्या धन किंमतीला उर्जा स्थिती(energy levels) असे म्हणतात.

- इलेक्ट्रानच्या सर्वात कमी उर्जेच्या स्थितीला मुळ स्थिती असे म्हणतात.
- जेव्हा इलेक्ट्रानला उर्जा मिळते तेव्हा काय घडते?

इलेक्ट्रानला जास्त उर्जा स्थिती वर पोहचते. त्याला उद्दीपीत स्थिती असे म्हणतात.

क्युपरीक क्लोराइड हिरव्या रंगाची ज्योत उत्सर्जीत करते. आणि स्ट्रोनटीयम क्लोराइड गडद लाल रंगाची ज्योत उत्सर्जीत करते.

- रस्त्या वरच्या दिव्या मध्ये तुम्हाला पिवळा रंग दिसतो का?

रस्त्यावरच्या दिव्यामध्ये सोडीअम चे कण पिवळे प्रकाश निर्माण करतात.

- कमी ज्वाला वर जेव्हा विभिन्न मुलद्रव्याना तापवितो तेव्हा ते वेगवेगळ्या रंगाच्या ज्योत का उत्सर्जीत करतात?

शास्त्रज्ञांनी असे माहित केले की, प्रत्यके मुलद्रव्य त्यांच्या स्वतःच्या गुणधर्माचे रंग उत्सर्जन करतात. या रंगाचे प्रकाश किरण एक विशिष्ट तरंगलांबी ला अनुरूप असतात म्हणुन यांना रेषा वर्णपंती (*line spectra*) असे म्हणतात.

माहित नसलेले अणु ओळखण्यासाठी अणु वर्णपंती मधील रेषेचा उपयोग होतो. जसे लोकांना ओळखण्यासाठी बोटाच्या ठसाचा उपयोग होतो.

हायड्रोजन अणुचे बोअर प्रतिकृती आणि त्यांच्या मर्यादा (Bohr's model of hydrogen atom and its limitations)

हायड्रोजन अणुच्या वर्णपंतीची तपासणी करू या.

- अणुच्या रचनेविषयी वर्णपंती आपल्याला काय सांगते?

निल्स बोअर ने प्रतिपादीत केले की, अणुतील इलेक्ट्रान, केंद्रका वरून विभिन्न लांबीवर असलेल्या निश्चित उर्जा पातळीच्या स्थिर कक्षेत असतात.

- इलेक्ट्रान त्यांची उर्जा केवळ ही तशीच कायम ठेवते का?

इलेक्ट्रान उद्दीपतीत स्थितीत (ground state) मध्ये जास्त काळ थांबू शकत नाही. ती उर्जेला गमवृन पुढा मुळ स्थितीत येते. या प्रकारे इलेक्ट्रान ने गमवलेली उर्जा विद्युत चुंबकीय उर्जाच्या रूपात असते. आणि जेव्हा दृष्यमान प्रांतात तरंगलांबी असते ते उत्सर्जन रेषा(emission line) वर दृष्यमान असते.

हायड्रोजन अणु च्या संदर्भामध्ये निरिक्षण केलेले सर्व रेषा वर्णपंक्ती बोअर प्रतिकृती ने स्पष्ट केलेले आहे. हायड्रोजन अणु ला संबंधीत रेषावर्णपंक्तीला स्पष्ट करण्यासाठी बोअर प्रतिकृती एक यशस्वी प्रतिकृती असते.

पण हायड्रोजन अणुच्या रेषा पंक्तींना जेव्हा जास्त क्षमतेच्या स्टोक्ट्रोस्कोप मधुन निरिक्षण केले तर ते काही उपरेषात विछिन्न होतात असे बोअर प्रतिकृतीत स्पष्ट केलेले आहे का?

- रेषा वर्णपंक्ती रेषांना काही उपरेषात विछिन्न होतात असे बोअर प्रतिकृतीत स्पष्ट केलेले आहे का?

रेषा वर्णपंक्ती विछिन्नासाठी बोअर प्रतिकृती यशस्वी नाही.

बोअर -सोमरफेल्ड अणु प्रतिकृती (Bohr-Sommerfeld model of an atom)

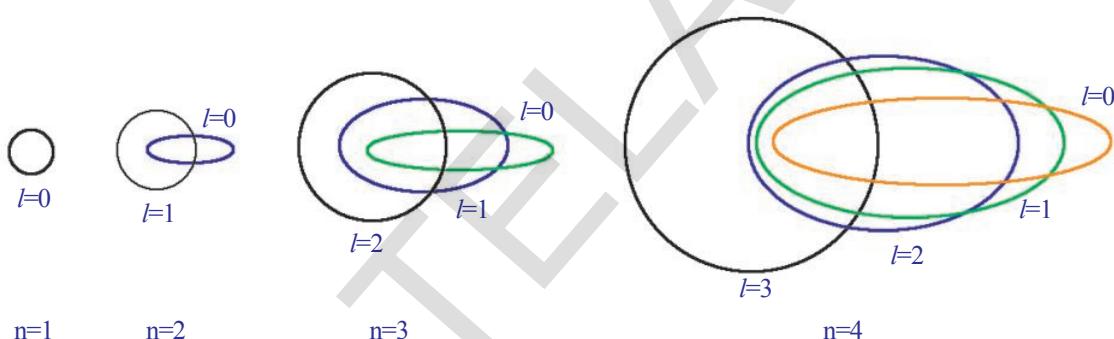


fig-4: The allowed electronic orbits for the main Quantum numbers by Bohr - Sommerfeld model

रेषा वर्णपंक्तीतील रेषाना उपरेषात विछिन्न करण्यासाठी सोमरफेल्ड, बोअर प्रतिकृतीत थोडा बदल केला. त्यांनी दिर्घवर्तुळाकार कक्षेची संकल्पनेचा प्रवेश केला. बोअर ने प्रतीपादीत केलेली वर्तुळाकार कक्षेला तसेच ठेवत यांनी दुसऱ्या कक्षेला एक दिर्घवर्तुळाकार कक्षेने तिसऱ्या कक्षेला दुसऱ्या दिर्घवर्तुळाकार कक्षेला मिळवत अणुचे केंद्रक या दिर्घवर्तुळाकार कक्षेच्या दोन मुख्य केंद्रात एका वर एक असते म्हणुन सांगीतले. एक केंद्रीय बलाच्या प्रभावाला मोजले तर आवर्तन चलनात असलेले कण दिर्घवर्तुळाकार कक्षेला निर्माण करते या मुळे त्यांनी प्रतीपादीत केले.

बोअर-सोमरफेल्ड प्रतिकृतीत हायड्रोजन अणुच्या वर्णपंक्तीतील उपरेषा (fine line) विषयी स्पष्ट केले तरी अणुची रचना समाधान कारक स्पष्ट करू शकले नाहीत.

एका पेक्षा जास्त इलेक्ट्रान असलेल्या अणुचे अणु वर्णपंक्ती स्पष्ट करण्यामध्ये हा प्रतिकृती विफल झाला आहे.

- एका अणुच्या केंद्रका भोवती नियमीत लांबीवर असलेल्या स्थिर कक्षेंत इलेक्ट्रान परिभ्रमन करत असतात का? का?



मॅक्स कार्ल अर्नस्ट लुड्विंग फ्लॅक (Max Karl Ernst Ludwig Planck) हे जर्मन देशाचे तात्वीक भौतिक तत्त्व होते. यांनी पुंजसिध्दांत (quantum theory) सर्वात अगोदर सांगीतले. यासाठी यांना 1918 मध्ये भौतिक शास्त्राज्ञ नोबेल पारितोषीक देण्यात आले. तात्वीक भौतिक शास्त्राच्या विकासात फ्लॅकने खुप साह्य केले. पण पुंजसिध्दांत चे आद्यप्रवर्तक म्हणुन जास्त प्रसिध्द झाले. अणु आणि अणुचे घटक प्रक्रिया विषयी माहित करण्यासाठी हे सिध्दांत उपयोगी पडते.

पुंज यांत्रिकी अणु प्रतिरूप (Quantum mechanical model of an atom)

- केंद्रकाच्या भोवती इलेक्ट्रान एका विशिष्ट मार्गात फिरत असतात का ?
केंद्राच्या भोवती एका विशिष्ट मार्गात किंवा कक्षेत इलेक्ट्रान परिभ्रमन करत एका नियमित वेळेत इलेक्ट्रानची निश्चित स्थान माहित करू शकतो. ते माहित करण्यासाठी आपल्याला दोन प्रश्नांची उत्तरे माहित असावी.
- इलेक्ट्रानची वेग (velocity) किती आहे ?
- इलेक्ट्रानची निश्चित स्थान माहित करणे शक्य आहे काय ?
इलेक्ट्रान डोळ्याने दिसत नाहीत. तर तुम्ही इलेक्ट्रानचे स्थान आणि वेग कसे माहित करू शकतो ?

अंधारात वस्तु माहित करण्यासाठी आपण टार्च लाईट ची मदत घेतो. याच प्रमाणे इलेक्ट्रान चे स्थान आणि वेग माहित करण्यासाठी आपल्याला सुधा त्या अनुरूप प्रकाशाची मदत घेऊ शकतो. इलेक्ट्रान खुप लहान असल्याने हे पाहण्यासाठी खुप लहान तरंगलांबी प्रकाशाची आवश्यकता असते.

या लहान तरंगलांबी प्रकाश इलेक्ट्रानला छेदुन त्या इलेक्ट्रानच्या चलनाला प्रभावित करून त्या चलनातील बदल घडवुन आणते. त्यामुळे इलेक्ट्रानच्या स्थानाला वेगाला एकाच वेळी अचुक माहित करू शकत नाही.

वरील चर्चे वरून हे स्पष्ट होते की, इलेक्ट्रान अणुमध्ये एक निश्चित मार्गात फिरत नाही असे दिसते.

बोअर ने प्रतिपादीत केल्याप्रमाणे अणुना निश्चित हद्द असते का ?

केंद्रका भोवती कक्षेतील इलेक्ट्रानला जर अडथळा नसेल म्हणजेच याचा अर्थ अणुना निश्चित हद्द नाहीत.

अणुत इलेक्ट्रान केले आहे हे निश्चित सांगणे शक्य नाही.

या परिस्थितीत अणुतील इलेक्ट्रानचे गुणधर्म समजण्यासाठी इर्विन स्क्रॉडींजर (Erwin Schrodinger) पुंज यांत्रिकी प्रतिरूपात प्रतीपादीत केले.

या अणुच्या प्रतीरूपा नुसार बोअर प्रतीरूपच्या कक्षेच्या ऐवजी एका वेळेत इलेक्ट्रान अणुच्या केंद्रका भोवती निश्चित प्रांतात जास्त असतात म्हणुन सांगावे लागते.

- एका दिलेल्या वेळेत इलेक्ट्रान असणारे या प्रांताला काय म्हणु शकतो ?

अणुच्या केंद्रका भोवती इलेक्ट्रान असण्याची संभाव्यता ज्या प्रांतात जास्त असते त्या प्रांताला कक्षा (orbital) असे म्हणतात.

केंद्रिका भोवती दिलेल्या अवकाशा मध्ये फक्त विशिष्ट वर्तुळाकार कक्षा अस्तीत्वात असु शकतात. पुंज क्रमांक च्या विशिष्ट संचाने इलेक्ट्रान साठी स्थिर उर्जाच्या दशेच्या प्रत्येक वर्तुळाकार कक्षेचे वर्णन होते.

पुंज क्रमांक (Quantum numbers)

अणुतील प्रत्येक इलेक्ट्रान n, l , आणि m_l या तीन संख्या संचाने निर्देशित करतात. या संख्यांना पुंज क्रमांक (*quantum numbers*) असे म्हणतात. केंद्रिका भोवती असलेल्या अवकाशात असलेल्या शक्य संख्याना ही संख्या निर्देशित करते.

- पुंज क्रमांक मुळे आपल्याला कोणती माहिती मिळते?

अणुच्या केंद्रिकाभोवती इलेक्ट्रान माहित करणाऱ्या संभाव्यता ज्या भागात जास्त असतो. त्या भागाला कक्षा (atomic orbitals) असे म्हणतात.

- प्रत्येक पुंज क्रमांक काय सुचविते?

1. मुख्य पुंज क्रमांक (n) (Principal Quantum Number (n))

मुख्य कक्षा च्या उर्जा आणि आकाराचा संबंध मुख्य पुंज क्रमांक सोबत आहे.

‘n’ मुख्य पुंज संख्या 1, 2, 3, ... हे धनपुरांक किंमतीचे असतात.

‘n’ च्या किंमत जशी वाढते, कक्षेत अणुची संख्या वाढत जाते. तसेच त्या मधील इलेक्ट्रान आणि केंद्रिकाचे अंतर पण वाढते.

‘n’ च्या किंमतीत वाढ म्हणजे उर्जेत वाढ म्हणुन सुचविते $n = 1, 2, 3, \dots$ किंमतीच्या स्थायीला K, L, M, \dots मध्ये सुधादा निर्देशित करतात. प्रत्येक ‘n’ किंमती साठी एक मुख्य कक्षा असते.

कक्षा	K	L	M	N
n	1	2	3	4

2. कोणीय- सवेग पुंज क्रमांक (The angular - momention quantum number (l))

‘n’ च्या प्रत्येक किंमतीसाठी ‘l’ च्या पुरांक किंमती 0 ते $n-1$ असते. प्रत्येक ‘l’ ची किंमत एक उपकक्षा दर्शविते.

केंद्रिकाच्या भोवती असलेल्या अवकाशामध्ये एक विशिष्ट उपकक्षेच्या आकाराशी ‘l’ ची प्रत्येक किंमत संबंधीत असते.

एका विशिष्ट उपकक्षा ‘l’ च्या किंमतीसाठी साधारणत: s, p, d, \dots संकेतांना निर्देशित करतात.

l	0	1	2	3
उपकक्षेचे नाव	s	p	d	f

$n = 1$ असतांना $l = 0$ मध्ये एकच उपकक्षा असते ते ‘1s’ होय.

$n = 2$ असतांना $l = 0$ मध्ये ‘2s’ हा एकच उपकक्षा असते. तसेच $l = 1$, मध्ये ‘2p’ हा आणखी एक उपकक्षा मिळून दोन उपकक्षा असतात.

- $n=4$ असेल तर ' l ' ची कमाल किंमत किती होईल?
- $n = 4$ असतांना ' l ' ला किती किंमती असतात?

3. चुंबकीय पुंज क्रमांक (The magnetic quantum number (m_l)

चुंबकीय पुंज क्रमांकाला (m_l) ने निर्देशित करतात. चुंबकीय पुंज क्रमांक 0 ला मिळवुन $-l$ पासुन l , पर्यंतच्या पुण्याकाना मिळवुन असते. म्हणजेच l , च्या एका निश्चित किंमतीसाठी चुंबकीय क्रमांक संख्या m_l किंमतीला $(2l+1)$ किंमतीला मिळवुन असते. त्यांना खालील प्रकारे दाखवू शकतो.

$$-l, (-l+1) \dots, -1, 0, 1, \dots, (+l-1), +l$$

या किंमती अणुतील एका कक्षेला संबंधीत दुसऱ्या कक्षेचे स्थितीमध्ये वर्णन करते.

जेव्हा $l=0, (2l+1)=1$ आणि m_l , चे येथे फक्त एकच किंमत आहे. म्हणुन येथे फक्त एक कक्षा आहे म्हणजेच $1s$.

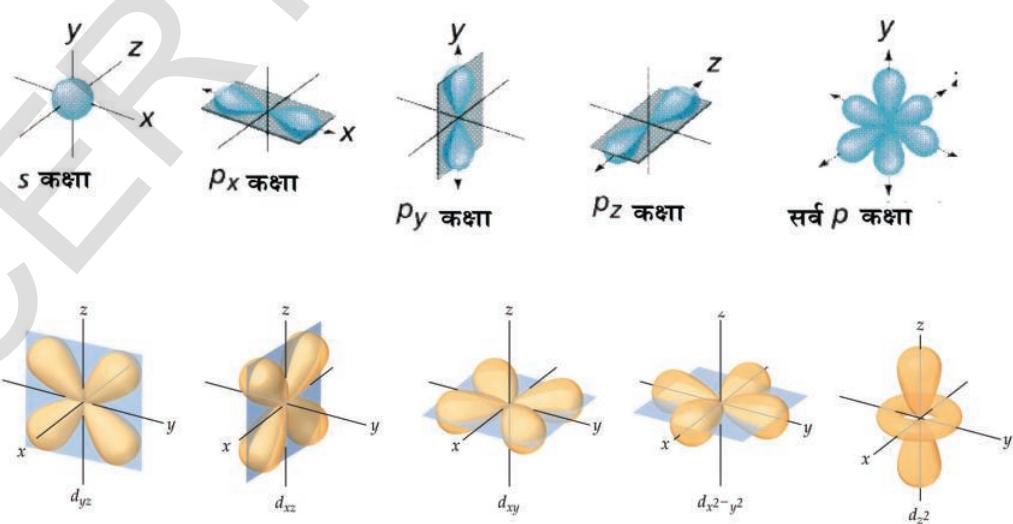
जेव्हा $l=1, (2l+1)=3$, आणि m_l , चे येथे तीन किंमती आहेत. जे $-1, 0, 1$ आणि 1 किंवा तेव्हा x, y, z अक्षा वरून तीन प्रकारे रचना केलेले p_x, p_y , आणि p_z म्हणुन तीन p कक्षा असतात

- या तीन p -कक्षांना सारखी उर्जा असते का?

' m_l ' किंमतीची संख्या एका विशिष्ट l किंमतीने असलेल्या उप कक्षेतील कक्षेच्या संख्यांना निर्देशित करते. सारख्या कक्षा मध्ये असलेल्या उपकक्षा मधील कक्षा सारखीच उर्जा बाळगतात.

$(2l+1)$ निमयाचा वापर करून प्रती उप कक्षेला कक्षेची संख्या तत्त्वा -1 मध्ये भरा

खालील आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे s -कक्षा ही गोलाकारात असते. p -कक्षा ही दुहेरी आकारात असते आणि d -कक्षा ही दुप्पट डबेल आकारात असते.



आकृती - 5: s, p आणि d उपकक्षा

उप कक्षेतील कक्षेची संख्या आणि उपकक्षा कक्षांना खालील तत्त्वा -2 मध्ये निर्देशित करा.

तत्त्वा -2

n	l	m_l	उपकक्षा संकेत sub-shell notation	उपकक्षेतील कक्षेची संख्या
1	0	0	1s	1
2	0	0	2s	1
	1	-1,0,+1	2p	3
3	0	0	3s	1
	1	-1,0,+1	3p	3
	2	-2,-1,0,+1,+2	3d	5
4	0	0	4s	1
	1	-1,0,+1	4p	3
	2	-2,-1,0,+1,+2	4d	5
	3	-3,-2,-1,0,+1,+2,+3	4f	7

तत्त्वा -3

प्रत्येक उपकक्षेत जास्तीत जास्त उपकक्षेत असणाऱ्या कक्षेच्या संख्येला दुप्पट संख्येत इलेक्ट्रान असतात.

विविध उपकक्षेत जास्तीत जास्त असणारे इलेक्ट्रानची संख्या तत्त्वा-3 मध्ये दिलेले आहे.

4. आभ्रामी पुंज क्रमांक (Spin Quantum Number (m_s))

तीन पुंज क्रमांक n, l , आणि m_l हे अनुक्रमे अणु कक्षेचे आकार (उर्जा) आकृती आणि त्यांच्या स्थितीज्ञाना माहित करते.

पिवळा रंग प्रकाश उत्सर्जन करत असलेल्या रस्त्यावरच्या दिव्यातुन (सोडीयम बाष्प दिवा) तुम्ही निरिक्षण केलेच असेल. या प्रकाश रंगाला जास्त क्षमतेच्या स्टेथीस्कोप ने परिक्षण केले तर त्यात अगदी जवळ असणाऱ्या दोन रेषा (doublet) दिसतात.

अल्कली आणि अल्कलीन (Alkali and alkaline) अर्थ मेटल्स मध्ये या सारखे रेषा दिसतात.

इलेक्ट्रान च्या अशा वागण्याला स्पष्ट करण्यासाठी आणखी एका पुंज क्रमांकाला प्रतिपादीत केले. याला आभ्रामी पुंज क्रमांक म्हणतात. हे इलेक्ट्रान चे गुणधर्म निर्देशित करते. $Am\{U'm_s'\}$ ने हे दर्शवितात.

उपकक्षा	कक्षेच्या संख्या ($2l+1$)	Maximum number of electrons
s ($l=0$)	1	2
p ($l=1$)	3	6
d ($l=2$)	5	10
f ($l=3$)	7	14

हा पुंज क्रमांक इलेक्ट्रनच्या आभ्रामी असलेल्या दोन रेषांची स्थानज्ञानी सुचविते. त्यातील एक घड्याळ्याच्या काटाच्या दिशेला असलेले आभ्रामी $+1/2$ आणि दुसरे घड्याळ्याच्या काटाच्या विरुद्ध दिशेला असलेले अभ्रामी $-1/2$ असते. जर दोन्हीची किंमत धन असेल तर अभ्रामी समांतर असतात नाही तर अभ्रामी असमांतर असतात.

बहु इलेक्ट्रान असलेले अणु एका विशिष्ट कक्षेत जास्त संख्येने इलेक्ट्रान असेल तेव्हा अभ्रामी पुंज क्रमांकाची आवश्यकता दिसते.

- कक्षेत, उपकक्षेत, कक्षेत, इलेक्ट्रान अणु मध्ये कसे व्यापतात?

अणुच्या कक्षेत उपकक्षेत आणि कक्षे मध्ये इलेक्ट्रानच्या वितरणाला इलेक्ट्रान संरूपण (*electronic configuration.*) असे म्हणतात.

इलेक्ट्रानप संरूपण (Electronic Configuration)

हायड्रोजन अणुमध्ये फक्त एक इलेक्ट्रान असल्याने आपण सुरुवातीला हायड्रोजनच्या अणुमध्ये इलेक्ट्रानच्या मांडणी समजुन घेऊ या.

इलेक्ट्रान संरूपण सुचविणारे संक्षीप संकेत मुख्य उर्जा पातळी (n किंमत) उपपातळी दर्शविणारे अक्षर (l किंमत), आणि इलेक्ट्रान ची संख्या (x) असतात. याला खालील प्रमाणे लिहितो.

nl^x

हायड्रोजन (H) अणुसाठी, अणुक्रमांक (Z) = 1, इलेक्ट्रानची संख्या एक तर इलेक्ट्रानची संरूपण $1s^1$ होते.

पुंज क्रमांक नियम दर्शविते

$1s^1$

कक्षेतील इलेक्ट्रानची संख्या
दर्शविते

कोणीय संवेग पुंज क्रमांक दर्शविते

इलेक्ट्रानचे अभ्रामी दाखविल्याने सुध्दा इलेक्ट्रान संरूपण दर्शवु शकतो.

H, मधील इलेक्ट्रानसाठी पुंज क्रमांकाचा संच

$n = 1, l = 0, m_l = 0, m_s = 1/2 \text{ or } -1/2$.

↑

अनेक इलेक्ट्रान असलेल्या अणुचे गणुधर्म माहित करण्यासाठी आपल्याला अणुचे इलेक्ट्रान संरूपण माहित असायला पाहिजे. अणुतील विविध कक्षेतील इलेक्ट्रानची मांडणी, इलेक्ट्रानला अनुसरून त्या अणुचे वागणे माहित करते. हे अणुचे अभिक्रियाशिलता (reactivity) च्या संकल्पतेला समजुन घेण्यासाठी मदत होते. हेलीयम (helium (He)) अणु विचारात घेऊ या.

- हेलीयम ($Z=2$) अणुला दोन इलेक्ट्रान असतात.
- या दोन इलेक्ट्रानची मांडणी कशी असते?

अणु मधील एक पेक्षा जास्त इलेक्ट्रान असेल तेव्हा इलेक्ट्रान संरूपण वर्णन करण्यासाठी आपल्याला तीन नियम माहित असणे आवश्यक आहे.

ते पॉलीच्या वजतीचा सिधांत, आऊफ बाऊ नियम आणि हुंड नियम आहेत त्यांच्या विषयी थोडक्यात चर्चा करू या.

पॉलीचा वजर्तेचा सिधांत (The Pauli Exclusion Principle)

हेलीयम ला दोन इलेक्ट्रान असतात. पाहिले इलेक्ट्रान '1s' कक्षेला व्यापते. दुसरे इलेक्ट्रान 1s- कक्षेतील पाहिल्या इलेक्ट्रान सोबत जोडी मिळवते. म्हणजेच 'He' च्या जमीनीच्या पातळीवर इलेक्ट्रान संरूपण $1s^2$ असते. आता प्रश्न असा आहे की,

- या दोन इलेक्ट्रान्स साठी अभ्रमी कसे असतात?

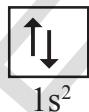
पॉलीच्या वजर्तेचा सिधांतानुसार सारख्या अणुचे दोन इलेक्ट्रानना सर्व चार पुंज क्रमांक समान असु शकत नाही.

दोन इलेक्ट्रानसाठी जर n, l , आणि m_l सारखे असेल तर m_s हे भिन्न असते. हेलीयम अणुमध्ये अभ्रमी जोडीत असते.

अभ्रमी जोडीत असलेल्या इलेक्ट्रानला ' $\uparrow\downarrow$ ' ने निर्देशित करतात. एक इलेक्ट्रान $m_s = +1/2$, आणि दुसरे $m_s = -1/2$. ते असमांतर अभ्रामी आहेत.

- एका कक्षेत किती इलेक्ट्रान व्यापलेले असतात?

एका कक्षेत जास्तीत जास्त ठेवता येणाऱ्या इलेक्ट्रानच्या संख्येला माहित करण्यासाठी पॉलीच्या वजर्तेचा सिधांत उपयोगी पडतो. एका कक्षेत फक्त दोन m_s च्या किंमतीना मान्य करते. म्हणुन प्रत्येक कक्षेत जास्तीत जास्त विरुद्ध अभ्रामी दोन इलेक्ट्रानच असतात. म्हणुन हेलीयम अणुचे इलेक्ट्रान संरूपण खालील प्रमाणे निर्देशित करू शकतो.



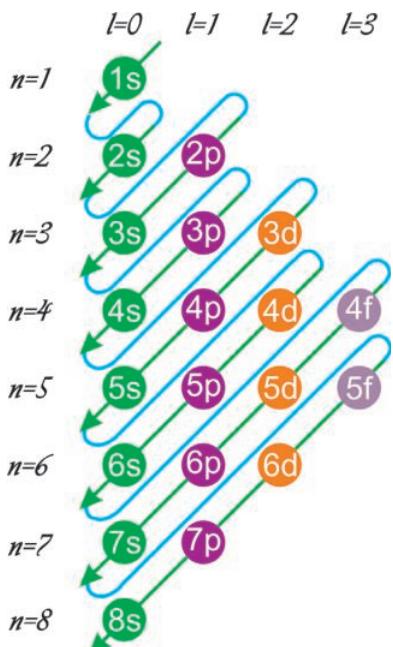
आऊफबाऊ नियम (Aufbau Principle)

अणुची संख्या वाढत्या क्रमात एका मुलद्रव्या वरून दुसऱ्या मुलद्रव्यावर जात असता अणु कक्षेत एक इलेक्ट्रान मिळत असते. एका कक्षेत असणारे जास्तीत जास्त इलेक्ट्रानची संख्याला ' $2n^2$ 'ने सुचवितो. या मध्ये 'n' मुख्य पुंज क्रमांक आहेत.

तसेच एक उपकक्षेत (s, p, d किंवा f) तील असणारे जास्तीत जास्त इलेक्ट्रानची संख्या $2(2l+1)$ ने निर्देशित करतात. येथे $l = 0, 1, 2, 3, \dots$ या सुत्राच्या आधारावरून जास्तीत जास्त विविध उपकक्षेत अनुक्रमे 2, 6, 10, आणि 14 इलेक्ट्रान असतात म्हणुन आपल्याला समजते.

अणु सुरुवातीच्या पातळीत असतांना इलेक्ट्रान कमीत कमी उर्जा असलेल्या कक्षेत प्रवेश करतात तसे सर्व इलेक्ट्रानची संख्या अणु क्रमांकाच्या समान होई पर्यंत त्याचे इलेक्ट्रान संरूपण तयार केल्या जाते. यालाच आऊफबाऊ नियम असे म्हणतात. (आऊफ बाऊ शब्दाचे जर्मन मध्ये अर्थ पुर्णपणे बांधणी असे होतो) म्हणजेच उर्जेच्या चढत्या क्रमात कक्षा भरते.

- इलेक्ट्रान संरूपणाचे अंदाज करण्यासाठी आपल्याला दोन सामान्य नियमाची मदत होते.
1. $(n+l)$ च्या किंमतीच्या चढत्या क्रमात कक्षेत इलेक्ट्रान नेमले जातात.
 2. $(n+l)$ च्या सारखा किंमतीच्या उपकक्षे साठी ' n ' किंमत कमी असलेले उपकक्षात इलेक्ट्रान सुरुवातीला ताबा होते.



आकृती-6: $(n+l)$ किंमती वाढत्या क्रमात पाहणारे आकृती

$(n+1)$ च्या किंमती वाढता क्रम आकृती - 6 मध्ये पाहु शकतो. विविध अणु मध्ये कक्षेला उर्जेचा चढता क्रम खाली दिलेला आहे.

$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p < 7s < 5f < 6d < 7p < 8s \dots$

अणु संख्येच्या (Z) किंमती वाढत्या क्रमात काही मुलद्रव चे इलेक्ट्रान संरूपण आणि कक्षेचे चित्र खाली दिलेले आहे.

$H(Z=1)$	$1s^1$	<table border="1"><tr><td>↑</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	↑				<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>				
↑											
$He(Z=2)$	$1s^2$	<table border="1"><tr><td>↑↓</td><td></td><td></td></tr></table>	↑↓			<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>					
↑↓											
$Li(Z=3)$	$1s^2 2s^1$	<table border="1"><tr><td>↑↓</td><td>↑</td><td></td></tr></table>	↑↓	↑		<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>					
↑↓	↑										
$Be(Z=4)$	$1s^2 2s^2$	<table border="1"><tr><td>↑↓</td><td>↑↓</td><td></td></tr></table>	↑↓	↑↓		<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>					
↑↓	↑↓										
$B(Z=5)$	$1s^2 2s^2 2p^1$	<table border="1"><tr><td>↑↓</td><td>↑↓</td><td>↑</td><td></td></tr></table>	↑↓	↑↓	↑		<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>				
↑↓	↑↓	↑									

- कार्बन (C) साठी कार्बन ($Z=6$) मध्ये कोणत्या कक्षेत 6वे इलेक्ट्रान मिळेल?
- इलेक्ट्रान p -कक्षेत इलेक्ट्रान सोबत जोडी बनते का? किंवा रिकामे असलेल्या आणखी एका p -कक्षेला व्यापते का?

हंडसचा नियम (Hund's Rule)

या नियमानुसार सारखी उर्जा असलेल्या सर्व खाली कक्षेत (न्हास होणारी कक्षा-degenerate orbitals) एक एक इलेक्ट्रान सोबत ताबा घेतल्या नंतरच इलेक्ट्रान जोडीत राहण्यास सुरुवात करते.

कार्बन (C) ($Z=6$) अणुचे इलेक्ट्रान संरूपण $1s^2 2s^2 2p^2$ यामध्ये पहिले चार चार इलेक्ट्रान $1s$ आणि $2s$ कक्षेत जातात. नंतरचे दोन इलेक्ट्रान वेगवेगळे $2p$ कक्षेत ताबा घेतात. त्या दोन्ही इलेक्ट्रानचे अभ्रामी एक प्रकारे असते.

<table border="1"><tr><td>↑</td><td>↓</td></tr></table>	↑	↓	<table border="1"><tr><td>↑</td><td>↓</td></tr></table>	↑	↓	<table border="1"><tr><td>↑</td><td></td><td>↑</td><td></td></tr></table>	↑		↑	
↑	↓									
↑	↓									
↑		↑								

येथे $2p$ कक्षेतील जोडीत नसलेले इलेक्ट्रानला समांतर अभ्रामीत दाखविलेले आहे.

कृती 3

खालील मुलद्रव्याचे इलेक्ट्रान संरूपण पुर्ण करा.

तत्त्व 4

मुलद्रव	अणु क्रमांक (Z)	मुलद्रव्याचे इलेक्ट्रान संरूपण
C	6	
N	7	
O	8	
F	9	
Ne	10	
Na	11	
Mg	12	
Al	13	
Si	14	
P	15	
S	16	
Cl	17	
Ar	18	
K	19	
Ca	20	



महत्वाचे शब्द

तरंग, वर्णपंक्ती, तित्रिता, डीस्क्रीट उर्जा (*discrete*), रेषा वर्णपंक्ती, कक्षा, (*orbital*) पुंज क्रमांक, कक्षा(*shell*), उपकक्षा(*sub-shell*) अभ्रामी इलेक्ट्रान कक्षोचे आकार, इलेक्ट्रान संरूपण, पॉलीचा वर्ज्यतेचा सिधांत, आऊफ बाऊचे नियम, हड्सचे नियम



आपण काय शिकलोत?

- प्रकाश तरंगात प्रसारीत होते. याला तरंगलांबी (λ) वारंवारता (v) आणि या राशी प्रकाशाच्या वेगाशी (c) संदर्भीत आहे $c = v\lambda$.
- वर्णपंक्ती हा तरंगलांबी समुह आहे.
- विद्युत चुंबकीय उर्जाला निश्चित वेगवेगळी ठराविक उर्जा किंमत असते ज्याला $E=hv$ समीकरणाने सुचीत करतात.
- अणुतील इलेक्ट्रान प्रकाशाची विशिष्ट वारंवारतेचे शोषण करून उर्जा प्राप्त करू शकते आणि एक विशिष्ट वारंवारता उत्सर्जन करून उर्जा गमावू शकते.

- बोअर अणुचे प्रतीरूप, इलेक्ट्रान स्थिर पातळीत असते. इलेक्ट्रान उर्जेला ग्रहन केल्यावर उत्तेजीत पातळीला तसेच उर्जेला उत्सर्जन केल्यावर पुन्हा जमीनीच्या पातळीवर पोहचते. हे योग्य वारंवारतेच्या विद्युत चुंबकीय रूपात असते.
- प्रकाश उर्जेच्या एका निश्चित वारंवारतेच्या शोषण / उत्सर्जनामुळे अणुचे रेषा वर्णउत्पन्न होतात.
- इलेक्ट्रान चे स्थान आणि वेग एकाच वेळी अचुक पणे मोजणे शक्य नाही.
- केंद्रका भोवती इलेक्ट्रान मिळण्याच्या जास्त संभाव्यतेच्या जागेला कक्षा (orbital.) म्हणतात.
- अणु कक्षेची उर्जा आकार आणि स्थीतीज्ञात अनुक्रमे n, l, m_l या तीन पुंजक्रमांकाने माहित करतात.
- इलेक्ट्रानची अभ्रामी (Spin) हा महत्वाचा गुणधर्म आहे.
- अणुतील कक्षा (shells)उपकक्षा(sub-shells) आणि कक्षा(orbitals) मध्ये केलेल्या इलेक्ट्रान च्या रचनेला इलेक्ट्रानला संरूपण (electron configuration) म्हणतात.
- पॉलीच्या वर्जत्येच्या नियमानुसार सारख्या अणुच्या दोन इलेक्ट्रान ना सर्व चार पुंजक्रमांक समान असु शकत नाही
- आऊफ बाऊचा नियम: कमी उर्जा असलेली कक्षा पहिले भरते.
- हड्सचा नियम: सारख्या उर्जेचे कक्षेत एक एक इलेक्ट्रान जाऊनच जोडी बनते.



आपल्या अभ्यासात सुधारणा करा

संकल्पनेवर प्रतिस्पंदन

1. अणुची इलेक्ट्राची संरूपण कोणती माहिती पुरवीत आहे ? (AS1)
2. निरंतर वर्णपंतीसाठी इंद्रधनुष्य हे एक उदाहरण आहे. स्पष्ट करा ? (AS1)
3. शोषीत वर्णपंती म्हणजे काय ?
4. कक्षा म्हणजे काय ? ते बोअर कक्षेच्या भिन्न कसे आहे ?(AS1)
5. अणुमधील इलेक्ट्रानच्या स्थानाच्या अंदाज करण्यामध्ये तीन पुंजक्रमांकाचे महत्व स्पष्ट करा ?(AS1)
6. $n l^x$ पद्धत म्हणजे काय ? ते कसे उपयोगी पडते ?(AS1)
7. उत्सर्जन वर्णपंती म्हणजे काय ?
8. K किंवा L च्या जास्त उर्जा वर कोणती इलेक्ट्रान कक्षा आहे ? (AS2)

संकल्पनेचे उपयोजन

1. खालील प्रश्नांची उत्तरे द्या ?
 - a. मुख्य उर्जा कक्षा (shell) मध्ये जास्तीत जास्त किती इलेक्ट्रानची मांडणी होते ?
 - b. उपकक्षा मध्ये जास्तीत जास्त किती इलेक्ट्रानची मांडणी होते ?
 - c. कक्षा (orbital) मध्ये जास्तीत जास्त किती इलेक्ट्रानची मांडणी होते ?
 - d. मुख्य उर्जा कक्षा (principal energy shell) मध्ये किती उपकक्षा असतात ?
 - e. कक्षे (orbital) मधील इलेक्ट्रानसाठी अभ्रामी स्थिती ज्ञान असतात ?
2. एका अणु मध्ये M-कक्षा (shell) तील इलेक्ट्रानची संख्या ही K आणि L कक्षा (shell) तील इलेक्ट्रानच्या संख्येच्या समान असते. खालील प्रश्नांची उत्तरे द्या ?(AS1)
 - a. बाह्य कक्षा (shell) कोणती आहे ?

- b. त्याच्या बाह्य कक्षेत (shell) किती इलेक्ट्रान आहेत ?
- c. मुलद्रव्याची अणुक्रमांक किती आहे ?
- d. मुलद्रव्याची इलेक्ट्रान संरूपण लिहा ?
3. तिसऱ्या बोअर कक्षेमध्ये किती दिर्घवर्तुळाकार कक्षा आहेत ?
4. नायट्रोजन अणुचे इलेक्ट्रान संरूपण खाली कक्षा चिन्हात दाखविलेली आहे. हे कोणत्या नियमाच्या विरुद्ध आहे ? (AS1)
- N ($Z = 7$)
- | | | |
|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|
| $1s^2$ | $2s^2$ | $2p^3$ |
| $\uparrow \downarrow$ | $\uparrow \downarrow$ | $\uparrow \downarrow \uparrow$ |
5. $1s^0 2s^2 2p^4$ इलेक्ट्रान संरूपण मध्ये कोणत्या नियमाचे उलंघन होत आहे ?
6. सोडीयम (Na) अणुचे इलेक्ट्रान भेद स्पष्ट करण्यासाठी चार पुंज क्रमांक लिहा ? (AS1)
7. i. एका अणुतील एका इलेक्ट्रानला संबंधीत चार पुंज क्रमांक खालील तक्त्यात दिलेले आहे ते इलेक्ट्रान कोणत्या कक्षेतील आहेत ? (AS2)

n	l	m_l	m_s
2	0	0	$+\frac{1}{2}$

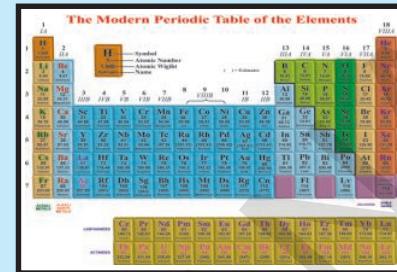
- ii. $1s^1$ इलेक्ट्रानासाठी चार पुंज क्रमांक लिहा ? (AS1)
8. लाल, निळा आणि हिरवा या तीन प्राथमिक रंगाच्या संदर्भात तरंगलांबी आणि संबंधीत वारंवारताची माहिती गोळा करा ? (AS4)
9. रेडीओ तरंगाची तरंगलांबी 1.0 मी. आहे. त्याची वारंवारता माहित करा ? (AS7)

योग्य पर्याय निवडा

1. उत्सर्जन अणुत अंधार प्रांतात प्रकाशीत वर्णिषा दिसतात. हा प्रकाशित वर्णिषा कशाने सुचवितात. []
- a) उत्सर्जन विकीरण ची वारंवारता b) उत्सर्जन विकीरण ची तरंगलांबी
- c) उत्सर्जन विकीरण ची उर्जा d) प्रकाशाचा वेग
2. अणुच्या L – कक्षे मध्ये जास्तीत जास्त इलेक्ट्रानची संख्या
- a) 2 b) 4 c) 8 d) 16 []
3. एका अणुसाठी जर $l = 1$ असेल तर त्याच्या उपकक्षेतील कक्षेची संख्या
- a) 1 b) 2 c) 3 d) 0 []
4. कक्षा किंवा कक्षेचे आकार आणि उर्जा स्पष्ट करणारे पुंजक्रमांक
- a) n b) l c) m_l d) m_s []

सुचवलेले प्रकल्प

1. अणु सिद्धांताच्या विकासाच्या इतिहासाची माहिती गोळा करा ?
2. अणु सिद्धांताचा विकास कोणत्या वैज्ञानिकांनी केला ? याविषयी माहिती गोळा करा ?
3. s, p आणि d कक्षेचे मॉडेल्स तयार करा ?



मुलद्रव्याचे वर्गीकरण - आवर्त सारणी

(Classification of Elements- The Periodic Table)

औषधीच्या दुकानात अनेक प्रकारचे औषधी असतात. दुकानदारास औषधी शोधणे किंवा त्याच्या दुकानातील औषधाच्या नांवाची आठवण ठेवणे अशक्य असते. जेव्हा तुम्ही औषधीच्या दुकानात गेल्यानंतर त्या दुकानदारास एक विशिष्ट औषधी विचारली असता, तेव्हा तो चटकण काढुन देतो. हे कसे शक्य आहे?

सुपर बाजाराचा विचार करा. जेव्हा तुम्ही त्या दुकानाच्या आत प्रवेश करता तेव्हा त्या दुकानातील सामानाची विशिष्ट मांडणी केलेली तुम्हाला दिसुन येते. जेव्हा तुम्हाला किरणा सामानाची आवश्यकता पडते तेव्हा तुम्ही तिथे जाऊन तुम्हाला हवे असलेल्या किरणा सामानाची तुम्ही निवड करू शकता. कोणत्या प्रकारे तुम्हाला निवडणे सोपे जाते?

वरील निरिक्षणावरून तुम्हाला समजून येते की, किती ही प्रकारच्या वस्तु असल्यातरी काही विशिष्ट गुणधर्माच्या आधारावरून वस्तुंना विशेष क्रमात मांडणी करणे खुप गरजेचे आहे.

रसायन शास्त्रात सुधा कित्येक वर्षपासून शास्त्रज्ञांनी उपलब्ध असलेल्या मुलद्रव्याचे, त्यांच्या गुणधर्मावरून वर्गीकरण करण्याचा प्रयत्न करणे सुरुच आहे.

मुलद्रव्यांची एक क्रमबद्ध पद्धतीत मांडणी का आवश्यक आहे.

कोणताही पदार्थ भौतिक किंवा रासायनिक बदलामुळे अपघटन होऊन साध्या पदार्थात किंवा रेणुत बदलल्यास त्याला मुलद्रव्य म्हणतात. अशी व्याख्या रॉबर्ट बॉयल (Robert Boyle (1661)यांनी केली.

त्या वेळी तेरा मुलद्रव्याचा शोध लागला.

18 व्या शतकाच्या शेवटी लेवाईझरच्या काळात दुसऱ्या अकरा मुलद्रव्याचा शोध लावला. 1865 साली 60 मुलद्रव्याचा शोध लागला आणि 1940 मध्ये एक्यानव मुलद्रव्यांचा नैसर्गिक स्रोतापासून शोध लावला आणि इतर सतरा मुलद्रव कृत्रिम पद्धतीने तयार केले.

सध्या कृत्रिम मुलद्रव्यासोबत 115 पेक्षा जास्त मुलद्रव्याचा शोध लागलेला आहे. जसजशी मुलद्रव्याची संख्या वाढत गेली तशी वैयक्तीक मुलद्रव्याच्या रसायनाची आणि त्याच्या संयुगाची आठवण ठेवणे कठिण झाले.

मागील वर्गात मुलद्रव्यांना धातु आणि अधातु मध्ये वर्गीकरणा बद्दल शिकलो. उदा. सोडियम, पोटॅशियम वैगेरे धातु आणि सल्फर, क्लोरीन सारखे अधातु परंतु वर्गीकरणात काही सिमा होत्या. अल्युमिनियम चे कांही गुणधर्म धातु सारखे तर कांही अधातुचे होते अशा मुलद्रव्यांना आपण धातु सदृश्य किंवा धातु सारखा म्हणतो म्हणुन मुलद्रव्यांना वेगळ्या पद्धतीने शास्त्रीय पद्धतीने वर्गीकरण करणे गरजेचे ठरले. म्हणुन शास्त्रज्ञांनी त्या मुलद्रव्यानाच्या त्याच्या संयुगांना भौतीक रासायनाच्या गुणधर्मावरून वर्गीकरण करण्यासाठी शोध घेणे सुरु केले.

18 व्या शतकाच्या सुरुवातीला जोसेफ लुईस प्रास्ट (Joseph Louis Proust) नावाच्या शास्त्रज्ञाने हायड्रोजन अणुला एका निर्माणात्मक साहित्य म्हणुन आणि उरलेल्या सर्व मुलद्रव्याच्या अणुला हायड्रोजनच्या असंबद्ध अणुच्या संयोगाने बनले आहे, असे सांगीतले. (त्याच्या काळात सर्व मुलद्रव्याचे अणुभार पुर्ण संख्येत कळवुन आणि हायड्रोजनचे अणुभार हे 1 म्हणुन ओळखल्या गेले.)

डोबेरिनरचा त्रिक नियम (Dobereiner's law of Triads)

जोहन बोल्फगांग डोबेरिनर (Johann Wolfgang Döbereiner 1829) या नावाच्या जर्मन रसायन शास्त्रज्ञांनी एकाच प्रकारचे रासायनिक गुणधर्म असलेल्या तीन मुलद्रव्याच्या गटाला ओळखुन त्याला त्रिक (*triads*) हे नाव दिले. त्यांनी मुलद्रव्याचे गुणधर्म आणि त्याच्या अणुभारामधील संबंध कळविण्याचा प्रयत्न केला.

डोबेरिनियन म्हणले की, साम्य गुणधर्म असलेल्या तीन मुलद्रव्याना एकाच वेळी घेऊन त्यांना त्यांच्या अणुभारानुसार चढत्या क्रमाने मांडल्यास मधल्या मुलद्रव्याचा अणुभार हा पहिल्या आणि तीसन्या मुलद्रव्याच्या अणुभाराची सरासरी आहे. या कथनाला डोबेरीनरचा त्रिक सिधांत (Dobereiner's law of triads) म्हणतात.

कृती 1

खालील तक्त्याचे निरक्षण करा.

प्रत्येक आडव्या रांगेतील मुलद्रव्य त्रिके दर्शविते.

गट	मुलद्रव्य आणि त्यांचा अणुभार		अणुभाराची अंक गणित सरासरी
A	Lithium(Li) 7.0	Sodium (Na) 23.0	Potassium (K) 39.0
B	Calcium (Ca) 40.0	Strontium(Sr) 87.5	Barium (Ba) 137.0
C	Chlorine (Cl) 35.5	Bromine (Br) 80.0	Iodine (I) 127.0
D	Sulphur (S) 32.0	Selenium (Se) 78.0	Tellurium (Te) 125.0
E	Manganese(Mn) 55.0	Chromium(Cr) 52.0	Iron (Fe) 56.0



पहिल्या रांगेत (आंडव्या) सोडीयमचा (Na) अणुभार लिथीयुम Li आणि पोटॅशिमय K सापेक्ष अणुभाराच्या सरासरी समान आहे हे तुम्हाला आढळून येते.

- उरलेल्या रांगेतील मुलद्रव्याच्या समुहामध्ये या सारखेच संबंध स्थापन करू शकतात का?
- प्रत्येक आडव्या रांगेतील पाहिल्या आणि तीसच्या मुलद्रव्याच्या अणुभाराची सरासरी माहित करून त्याची तुलना मधात असलेल्या मुलद्रव्याच्या अणुभाराशी करा?
- तुम्हाला काय निरिक्षणास आले ते सांगा?

मुलद्रव्याच्या गुणधर्मचे त्यांच्या अणुभाराशी सहसंबंध असतो हे डोबेरिनर यांनी केलेल्या प्रयत्नावरून स्पष्ट झाले आहे. एकाच प्रकारचे भौतिक, रसायन गुणधर्म असलेल्या मुलद्रव्यानी काही समुह तयार करता येतात असे शास्त्रज्ञांनी पाहिले. या विचारामुळे मुलद्रव्याच्या वर्गीकरणाचा आणि मुलद्रव्याच्या आधुनिक आवर्त सारणीचा पाया रचला.

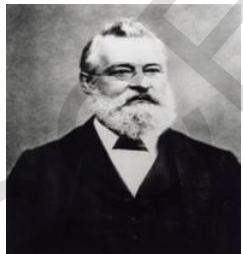
सिमा (Limitations)

- त्या काळातील पुर्ण माहिती असलेल्या मुलद्रव्याना त्रिक रूपात मांडणी करता आली नाही.
- हा सिधांत अत्याधिक किंवा अत्यल्प वस्तुमान असलेल्या मुलद्रव्यांना लागु पडत नाही. F, Cl, Br, च्या संदर्भात Cl चा अणुभार हा F आणि Br च्या अणुभाराची सरासरी नव्हे.
- अणुभार अनुकंपणे मोजण्याचे तंत्रज्ञान विकसित झाल्यामुळे हा सिधांत कठिण पणे कायदेशीर राहिला नाही.



विचार करा आणि चर्चा करा

- डोबेरिनर यांनी मुलद्रव्यामध्ये कोणत्या प्रकारचे संबंध स्थापित करण्याचा प्रयत्न केला?
- कॅलशियम (Ca) आणि बेरीयम (Ba) ची घनता अनुक्रमे 1.55 आणि 3.51 g cm^{-3} आहेत. डोबेरीनरच्या त्रिक सिधांतानुसार स्ट्रोन्टीयम (strontium (Sr) ची अंदाजे घनता सांगु शकता का?



न्युलांड्सचा अष्टक नियम (Newlands' law of Octaves)

जॉन न्युलांड्स (John Newlands) हा ब्रिटीश शास्त्रज्ञ होता. (1865) मध्ये मुलद्रव्याना त्यांच्या अणुभारानुसार चढत्या क्रमात मांडणी केली असता ते 7 गटात तयार होतो, हे माहित केले. प्रत्येक गटात साम्य रासायनिक गुणधर्म असलेले मुलद्रव्य असतात. या निरिक्षणा वरून न्युलांड्सने अष्टक नियमाचे प्रतिपादन केले.

न्युलांड्चा अष्टक नियम (The law of octaves) जेव्हा मुलद्रव्याची त्यांच्या चढत्या क्रमाने मांडणी करतो तेव्हा गुणधर्म नियमित कालावधीत पुनरावृत्त होतात. पाहिल्या मुलद्रव्यापासुन सुरु केले असता प्रत्येक आठव्या मुलद्रव्याचे गुणधर्म पहिल्या मुलद्रव्याचा गणुधर्मी सारखे आसते. यालाच न्युलांड्सचा अष्ट नियम म्हणतात.

तत्त्वा - 1 : न्युलांडसचा मुलद्रव्याचा तत्त्वा

| मुलद्रव्याची संख्या |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| H 1 | F 8 | Cl 15 | Co&Ni 22 | Br 29 | Pd 36 | I 42 | Pt&Ir 50 | | |
| Li 2 | Na 9 | K 16 | Cu 23 | Rb 30 | Ag 37 | Cs 44 | Os 51 | | |
| G 3 | Mg 10 | Ca 17 | Zn 24 | Sr 31 | Cd 38 | Ba&V 45 | Hg 52 | | |
| Bo 4 | Al 11 | Cr 19 | Y 25 | Ce&La 33 | U 40 | Ta 46 | Tl 53 | | |
| C 5 | Si 12 | Ti 18 | In 26 | Zr 32 | Sn 39 | W 47 | Pb 54 | | |
| N 6 | P 13 | Mn 20 | As 27 | Di&Mo 34 | Sb 41 | Nb 48 | Bi 55 | | |
| O 7 | S 14 | Fe 21 | Se 28 | Ro&Ru 35 | Te 43 | Au 49 | Th 56 | | |

रासायनिक गुणधर्म साम्य असलेल्या मुलद्रव्यांना आडव्या ओळीत दर्शविले आहे.

न्युलांडसनी पाहिल्यांदा मुलद्रव्यांना अणुभार नियुक्त केला. दुर्देवाने त्यांचे प्रतिपादन त्यांच्या पेक्षा अनुभवी रसायन शास्त्रज्ञांनी सुध्दा त्यांचे प्रतिपादन स्विकारले नाही. त्यांचे मुद्रण सुध्दा अस्विकार केले.

न्युलांडसच्या मुलद्रव्याच्या तक्त्यात हायड्रोजन पासून सुरु करून खाली सरकत परत वर येऊन आठवा मुलद्रव्या फ्लोरीन (fluorine) त्यानंतरचा आठवा मुलद्रव्य क्लोरीन(chlorine) अशाप्रकारे सुरु ठेवल्यास हायड्रोजन, फ्लोरीन आणि क्लोरीनमध्ये एकाच प्रकारचे गुणधर्म असतात.

अशारीतीने तुम्ही लिथीयम पासून सुरु केल्यास आठवा मुलद्रव्य सोडीयम आहे आणि येणारा दुसरा आठवा मुलद्रव्य पोटॅशियम आहे. या मुलद्रव्यांना भौतिक आणि रासायनिक गुणधर्म साम्य असतात.



विचार करा आणि चर्चा करा

- न्युलांडने अष्टक नियमाचे प्रतिपादन का केले? तुम्हाला माहित आहे का? तुमच्या उत्तराला अणुच्या आधुनिक रचनेच्या रूपात स्पष्ट करा?
- न्युलांडच्या अष्टक नियम तुम्हाला बरोबर वाटतो का? स्पष्ट करा?

- न्युलांडाच्या मुलद्रव्याच्या तक्त्यात सुध्दा चुक आहे.
- एकाच फटीत देन मुलद्रव्ये बसलीत उदा. कोबाल्ट आणि निकेल.
- पुण्यपिणे भिन्न गुणधर्म असलेल्या काही मुलद्रव्यांना एकाच गटात ठेवलेले आहे.

उदाहरणार्थ हैलोजनच्या तुलनेत विविध गुणधर्म असणाऱ्या Co, Ni, Pd, Pt आणि Ir मुलद्रव्यांना एकाच रांगेत मांडणी केली आहे. (F, Cl, Br, I). (न्युलंडची पाहिली आडवी ओळ पाहा.)

कॅल्शीयम पर्यंत असलेल्या मुलद्रव्यासाठी अष्टकाचा नियम लागु पडते हे माहित आहे. कॅल्यशीयमच्या अणुभारापेक्षा जास्त अणुभार असलेल्या मुलद्रव्याना हा नियम लागु पडत नाही.

न्युलंडची आवर्त सारणी फक्त 56 मुलद्रव्यासाठी मर्यादीत आहे आणि नवीन मूलद्रव्यासाठी कोणतीही जागा सोडलेली नाही. नंतर शोध लावलेल्या मुलद्रव्यांना त्यांचा गुणधर्मविरुन न्युलंडच्या सारणीत ठेवल्या जात नाही.

न्युलंडनी मुलद्रव्याच्या रासायनिक गुणधर्माच्या आवर्तीतेला संगीत स्वरातील आवर्तीतेशी संबंध जोडण्याचा प्रयत्न केला. संगीत स्वरात कुठुनही सुरु केल्यास आठवे स्थान आले असता परत तिथेच पोहोचते. त्याच प्रमाणे न्युलंडने मुलद्रव्यांना अष्टकेच्या रूपात मांडणी केली. साम्य गुणधर्माचे पालन न करणाऱ्या मुलद्रव्यांना सुध्दा अष्टक क्रमात मांडण्याचा प्रयत्न केला.

(?) आपणास माहित आहे का?

तुम्हाला संगीत स्वराबद्दल माहिती आहे का?

भारतीय संगीतामध्ये एका स्केलमध्ये सात स्वर असतात. ते – सा. रे, ग, म, प, द, नी आहेत पाश्चात्य संगीतामध्ये - *do, re, mi, fa, so, la, ti* नावाचे स्वर वापरतात. सहजरित्या हे स्वर पुनरावृत्त होतात. प्रत्येक आठवे स्वर हे पहिल्या स्वराशी समान असते आणि तिथुन नवीन स्वर तयार हातो.



मेंडलिफची आवर्त सारणी (Mendeleeff's Periodic Table)

मेंडलिफ नावाच्या रुस शास्त्रज्ञांनी आतापर्यंत माहित असलेल्या मुलद्रव्यांना त्यांच्या अणुभारानुसार चढत्या क्रमात एका क्रमबद्ध पद्धतीने मांडुन एका सारणीच्या रूपात तयार केले. त्यांनी सारणी आठ उभ्या रांगेत विभागणी केली त्यास गट (*groups*) म्हणतात. प्रत्येक गटास A, B अशा उपगटात विभागणी केली. प्रत्येक रांगेत साम्य रासायनिक गुणधर्माचे मुलद्रव्य असतात.

पहिल्या गटातील पाहिल्या रांगेतील मुलद्रव्याची आक्सीजनशी क्रिया घडुन R_2O नावाचे साधारण सुत्र असलेली संयुगे तयार होतात. उदाहरणार्थ Li, Na आणि K मुलद्रव्याची आक्सीजनशी अभिक्रिया घडुन अनुक्रमे Li_2O , Na_2O आणि K_2O संयुगे तयार होतात.

पहिल्या गटातील दुसऱ्या रांगेतील मुलद्रव्याची आक्सीजनशी क्रियाघडुन RO सामान्य सुत्र असलेली संयुगे तयार होतात. उदाहरणार्थ Be, Mg आणि Ca आक्सीनशी क्रिया घडुन BeO , MgO आणि CaO ही संयुगे तयार होतात.

मेंडलीफने एकाच गटातील मुलद्रव्याचे साम्य त्याचे सामाईक संयुजा दृष्टीत ठेवुन त्याचे वर्णन करण्याचा प्रयत्न केला.

आवर्त नियम (The Periodic Law)

मेंडलिफच्या आवर्त सारणीतील, मुलद्रव्यांच्या गुणधर्माशी संबंधीत अंशाच्या निरक्षणानंतर मुलद्रव्याचा गुणधर्माच्या आवर्त नियमाचे प्रतिपादन खालील प्रकारे केले.

मुलद्रव्याचे भौतिक व रासायनिक गुणधर्म हे त्या मुलद्रव्याच्या अणुभाराचे आवर्त फल आहे. यालाच आवर्त नियम असे म्हणतात.

तक्ता -2 : मेंडलीफची आवर्त - सारणी (1871 आवृत्ती)

Reihen	Gruppe I. — R ² O	Gruppe II. — RO	Gruppe III. — R ² O ³	Gruppe IV. RH ⁴ RO ²	Gruppe V. RH ³ R ² O ⁵	Gruppe VI. RH ² RO ³	Gruppe VII. RH R ² H ⁷	Gruppe VIII. — RO ⁴
1	H = 1							
2	Li=7	Be=9.4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27.3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35.5	
4	K=39	Ca=40	—=44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	Fo=56, Co=59 Ni=59, Cu=63
5	(Cu=63)	Zn=65	—=68	—=72	As=75	Se=78	Br=80	
6	Rb=85	Sr=87	?Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	—=100	Ru=104, Rh=104 Pd=106, Ag=108
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb=122	Te=125	J=127	
8	Cs=133	Ba=137	?Di=138	?Ce=140	—	—	—	— — —
9	(—)	—	—	—	—	—	—	
10	—	—	?Ek=178	?La=180	Ta=182	W=184	—	Os=195, Ir=197, Pt=198, Au=199
11	(Au=198)	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208	—	—	
12	—	—	—	Th=231	—	U=240	—	— — —

Modified Mendeleef's Periodic Table Of Elements												
PERIODS	SERIES	GROUPS OF ELEMENTS									O	
		A	I	B	A	II	B	A	III	B		
I	1.	1. H Hydrogen 1.008									1. H Hydrogen 1.008	
II	2.	3. Li Lithium 6.940		4. Be Beryllium 9.013	5. B Boron 10.82	6. C Carbon 12.011	7. N Nitrogen 14.008	8. O Oxygen 16	9. F Fluorine 19.00		10. Ne Neon 20.183	
III	3.	11. Na Sodium (Natrium) 22.991		12. Mg Magnesium 24.32	13. Al Aluminium 26.98	14. Si Silicon 28.09	15. P Phosphorus 30.975	16. S Sulphur 32.06	17. Cl Chlorine 35.457		18. Ar Argon 39.944	
IV	4.	19. K Potassium (Kalium) 39.100		20. Ca Calcium 40.08	21. Sc Scandium 44.96	22. Ti Titanium 47.90	23. V Vanadium 50.95	24. Cr Chromium 52.01	25. Mn Manganese 54.94		36. Kr Krypton	
	5.	29. Cu Copper 63.54		30. Zn Zinc 65.38	31. Ga Gallium 69.7	32. Ge Germanium 72.60	33. As Arsenic 74.91	34. Se Selenium 78.96	35. Br Bromine 79.916	26. Fe Iron (Ferrum) 55.85	27. Co Cobalt 58.94	28. Ni Nickel 58.96
V	6.	37. Rb Rubidium 85.48		38. Sr Strontium 87.63	39. Y Yttrium 88.92	40. Zr Zirconium 91.22	41. Nb Niobium 92.91	42. Mo Molybdenum 95.95	43. Te Technetium 99		54. Xe Xenon 131.3	
	7.	47. Ag Silver (Argentum) 107.880		48. Cd Cadmium 112.41	49. In Indium 114.76	50. Sn Tin (Stannum) 118.70	51. Sb Antimony (Stibium) 121.76	53. Te Tellurium 127.61	53. I Iodine 126.91	44. Ru Ruthenium 101.1	45. Rh Rhodium 102.91	46. Pd Palladium 106.7
VI	8.	55. Cs Cesium 132.91		56. Ba Barium 137.36	57. La Lanthanum 138.92	72. Hf Hafnium 178.6	73. Ta Tantalum 180.95	74. W Tungsten (Wolfarm) 183.92	75. Re Rhodium 186.31	76. Os Osmium 190.2	77. Ir Irisium 192.2	78. Pt Platinum 195.23
	9.	79. Au Gold (Aurum) 197.0		80. Hg Mercury (Hydryargyrum) 200.61	81. Tl Thallium 204.39	82. Pb Lead (Plumbum) 207.21	83. Bi Bismuth 209.00	84. Po Polonium 210	85. At Astatine 210		86. Rn Radon 222	
VII	10.	87. Fr Francium 223		88. Ra Radium 226.05	89. Ac** Actinium 227	104. Ku Kurchatovium 257	105. Ha Hanium 260					
* Lanthanoid Series												
		58. Ce Cerium 140.13	59. Pr Praseodymium 140.92	60. Nd Neodymium 144.27	61. Pm Prometh-145	62. Sm Samarium 150.43	63. Eu Europium 152	64. Gd Gadolinium 156.9	65. Tb Terbium 158.93	66. Dy Dysprosium 162.46	67. Ho Holmium 164.94	
** Actinoid Series												
		90. Th Thorium 232.05	91. Pa Protactinium 231	92. U Uranium 238.07	93. Np Neptunium 237	94. Pu Plutonium 242	95. Am Americium 243	96. Cm Curium 245	97. Bk Berkelium 245	98. Cf Californium 248	99. Es Einsteinium 253	
										100. Fm Fermium 255	101. Md Mendeleyium 256	
										102. No Nobelium 254	103. Lr Lawrencium 257	

मेंडलीफच्या आवर्त सारणीची वैशिष्ट्ये आणि उपलब्धी

- गट आणि उपगट :** मेंडलिफच्या आवर्त सारणीत आठ उभे स्तंभ आहेत त्यास गट असे म्हणतात. त्या गटास रोमन अंकात I ते VIII नी दर्शवितात. दिलेल्या उभ्या स्तंभातील (गटाला) मुलद्रव्याना सारखे गुणधर्म असतात. प्रत्येक गट 'A' आणि 'B' उपगटात विभाजन केल्या जातो. कोणत्याही उपगटातील मुलद्रव्यांचा एक दुसऱ्याशी जवळचा संबंध असतो. उदाहरणार्थ उपगट IA मुलद्रव्यांना (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) अल्कली धातु (alkali metals) म्हणतात. त्यांच्या गुणधर्मात साम्य असते.
- आवर्त काळ(Periods) :** मेंडलीफच्या आवर्त सारणीतील आडव्या ओळीला आवर्त काळ म्हणतात. मेंडलीफच्या आवर्त सारणीत सात आवर्त काळ आहेत. त्यास 1 ते 7 ने दर्शवितात. आवर्त कालातील मुलद्रव्याचे गुणधर्म एकमेकांशी भिन्न असतात. एका आवर्त काळात असलेल्या सर्व मुलद्रव्यामध्ये एकाच प्रकारचे गुणधर्म वारंवार येत असतात.
- नसलेल्या मुलद्रव्याच्या गुणधर्माचा अंदाज लावणे :** सारणीतील मुलद्रव्याच्या मांडणीनुसार त्यांनी अंदाज लावला की, काही मुलद्रव्य न मिळाल्यामुळे त्या मुलद्रव्याच्या उपयुक्त जागा सारणीत रिकार्मी सोडली. काही नविन मुलद्रव्यांचा शोध नक्कीच लागेल असा मेंडलिफला विश्वास होता. त्यांनी या नविन मुलद्रव्याच्या शोध लागण्या आधीच त्यांच्या गुणधर्माचे भाकित केले. त्यांनी शोध लागण्यापुर्वी भाकित केलेल्या या मुलद्रव्याचे गुणधर्म शोध लावल्यानंतर ते गुणधर्म जवळ जवळ सारखेच निघाले. त्या नविन शोध लागलेल्या मुलद्रव्यांना इका (*eka*) हा उपसंग लावुन त्या मुलद्रव्याचे नामकरण केले. (*eka is a Sanskrit word for numeral one*) (इका हा एक संख्येसाठी वापरणारा संस्कृत शब्द आहे) आणि सारणीत त्या रिकार्म्या जागी त्या मुलद्रव्याची मांडणी केली. त्या नविन मुलद्रव्याना इका- बोरान, इका- अल्यूमिनीअम आणि इका - सिलीकॉन अशी नावे देऊन त्यांचे गुणधर्म अनुक्रमे स्कान्डीयम गॅलीयम आणि जर्मनियम यांच्या गुणधर्मा सारखे आहे. असे भाकित केले.

अ. क्र.	गुणधर्म	मेंडलिफने भाकित केलेले गुणधर्म		निरक्षण केलेले गुणधर्म	
		इका-अल्यूमिनीअम (Ea)	इका-सिलीकॉन (Es)	गॅलीयम (1875)	जर्मनियम (1886)
1	अणुभार	68	72	69.72	72.59
2	घनता	5.9	5.5	5.94	5.47
3	आक्साईडचे सुत्र	Ea ₂ O ₃	EsO ₂	Ga ₂ O ₃	GeO ₂
4	क्लोरोईडचे सुत्र	EaCl ₃	EsCl ₄	GaCl ₃	GeCl ₄

(?) आपणास माहित आहे काय ?

इका अल्युमिनीयमच्या वितळण बिंदुबद्दल मेंडलिफ काय म्हणाला ?

‘जर मी त्याला तळ हातावर ठेवल्यास ते वितळते’ Ga चा द्रवणांक 30.2°C आणि आपल्या शरीराचे तापमान 37°C आहे.

4. अणुभारातील चुका दुरुस्त करणे: मेंडलिफच्या आवर्त सारणीत मुलद्रव्याना निश्चित स्थानी ठेवल्यामुळे बेरीलीयम, इंडीयम आणि सोने अशा मुलद्रव्याच्या अणुभारामधील चुका दुरुस्त करता येते.

उदा. मेंडलिफच्या काळात बेरीलियम (beryllium (Be) चा अणुभार 13.5 होता.

अणुभार = समतुल्य वजन \times संयुजा

बेरीलीयम मुलद्रव्याच्या अणुभार प्रयोगाब्दारे 4.5 आढळून आला आणि त्यांची संयुजा 3 असल्याची माहिती मिळाली. म्हणुन बेरीलीयमचा अणुभार $4.5 \times 3 = 13.5$. समजल्या जात होते. या अणुभाराला सारणीत चुकीच्या गटात ठेवले होते. ते म्हणाले की, त्याची संयुजा 2 आहे. तेव्हा त्याचा अणुभार $4.5 \times 2 = 9$ होते. जर बेरीलीयमचा अणुभार 9 असल्यास तो मुलद्रव्य दुसऱ्या गटात येतो आणि त्याचे गणुधर्म Mg, Ca इत्यादीच्या समान असते. ते दुसऱ्या गटाच्या मुलद्रव्या एवढे आहे. अशा प्रकारे इंडीयम आणि सोन्याचा (Indium' and 'Gold) अचुक अणुभार माहित करण्यासाठी त्यांनी मदत केली.

5. असंगत श्रेणी(anomalous series): ‘Te’ आणि ‘I’ सारख्या मुलद्रव्याची काही असंगत श्रेणीच्या सारणीत निरक्षणास येते. असंगत श्रेणीमध्ये जास्त अणुभार असलेला ‘Te’ (127.6 U) कमी अणुभार असलेल्या ‘I’ (126.9 U) पेक्षा समोर ठेवल्या गेले आहे. अशा काही मुलद्रव्यांना गटात विशिष्ट जागी न ठेवणे अशा चुका मेंडलिफने नंतरच्या काळात स्विकारल्या मेंडलिफच्या अशा असाधारण विचारामुळे इतर रसायन शास्त्रज्ञांना आवर्त सारणीचा स्विकार करण्यासाठी, ओळखल्यासाठी उपयोगी पडला. मेंडलीफच्या आवर्त सारणीला त्यांनी प्रतिपादन केलेल्या आवर्त नियमांचा चांगली ओळख मिळाली.

(?) आपणास माहित आहे काय ?

मेंडलिफने आवर्त सारणीचा परिचय केला तेव्हा इलेक्ट्रानचा सुध्दा शोध लागला नव्हता. तरी पण आवर्त सारणी मुलद्रव्याच्या रसायन गुणधर्माची अभ्यास करण्यासाठी शास्त्रीय आधार ठरली. त्यांच्या सन्मानार्थ 101 व्या मुलद्रव्याचे नाव मेंडेलीवियम (*Mendelevium*) नाव ठेवण्यात आले.

मेंडलिफ आवर्त सारणीच्या सिमा Limitations of Mendeleeff's periodic table

- असंगत मुलद्रव्याची जोडी : जास्त अणुभार असलेले मुलद्रव्य कमी अणुभार असलेल्या मुलद्रव्यासमोर आहेत. उदाहरणार्थ टेल्युरीयम (अणुभार (*tellurium atomic weight* 127.6) हा आयोडीन (अणुभार (*iodine atomic weight* 126.9) मुलद्रव्याच्या अगोदर आहे.
- समरूप नसलेल्या मुलद्रव्याना एकत्र ठेवले: विभिन्न गुणधर्म असलेल्या मुलद्रव्यांना एका गटातील A आणि B उपगटात ठेवले आहे. उदाहरणार्थ Li, Na, K इत्यादी अल्कली धातु IA गटातील धातुंची Cu, Ag, Au सारख्या IB गटातील धातुंशी जोडीशी साम्यता आहे. VII गटातील क्लोरीन Cl अधातु 'Mn' VII B, धातु आहेत.



विचार करा आणि चर्चा करा

- मेंडलिफने त्याच्या आवर्त सारणीत काही निश्चित रिकामी जागा का सोडली? याबद्दल तुमचे स्पष्टीकरण काय आहे?
- Ea_2O_3 , EsO_2 बद्दल तुम्हाला काय माहित आहे?



विचार करा आणि चर्चा करा

- सर्व अल्कली धातु घन स्थितीत असुन व्हिअणु रेणु असलेला हायड्रोजन वायु मात्र वायु स्थितीत असतो. या हायड्रोजन वायुला तुम्ही पहिल्या गटात असलेल्या अल्कली सोबत मिळविल्यास तुम्ही सहमत आहेत का?



आधुनिक आवर्त सारणी (Modern Periodic Table)

मुलद्रव्यांना जास्त शक्ती असलेल्या इलेक्ट्रानव्दारे सतत आघात केल्यास प्रत्येक मुलद्रव्य एका वैशिष्ट्यपूर्ण नमुन्याची X- किरणे सोडतात असा एच. जे. मोस्ले (H.J. Moseley) (1913) नावाच्या ब्रिटीश भौतिक शास्त्रज्ञांनी शोध लावला. X- किरणाच्या नमुन्याचे विश्लेषण करून त्या मुलद्रव्याच्या अणुतील धन प्रभाराची संख्या माहित केली. मुलद्रव्याच्या अणुत असलेल्या धनप्रभाराच्या (प्रोटान) संख्येला त्या मुलद्रव्याचा अणुक्रमांक म्हणतात. या विश्लेषणावरून मोस्ले यांना कळून आले की, अणुभारापेक्षा अनुक्रमांक हा मुलद्रव्याचे जास्त महत्वाचे मुलभुत वैशिष्ट्ये आहे.

मुलद्रव्याचा अणुभार माहित केल्यानंतर आवर्त सारणीत अणुक्रमांकाच्या अधारे मुलद्रव्याची मांडणी करणे सोयीस्कर असते हे त्यांना केळाले. या मांडणीमुळे असंगत श्रेणीची समस्या दुर होते. उदाहरणार्थ टेलुरीयमचा अणुक्रमांक आयोडीन पेक्षा एक एकक कमी असला तरी टेलुरीयमचा अणुभार आयोडीन पेक्षा जास्त आहे. तरी या अनुक्रमांकाच्या

संकल्पनेमुळे आवर्त सारणीचा नियम बदलला.

अणुभाराच्या संकल्पनेवरून अणुक्रमांकाच्या संकल्पनेत आवर्त सारणीचा नियम बदल्यामुळे यास आधुनिक आवर्त सारणी म्हणतात.

मेंडलिफ आवर्त सारणी नुसार मुलद्रव्याचे भौतिक, रसायन गुणधर्म हे मुलद्रव्याच्या अणुभाराचे आवर्त फल आहे.

आता आधुनिक आवर्त नियमाची माहिती पाहु या. आधुनिक आवर्त सारणीनुसार मुलद्रव्याचे गुणधर्म हे मुलद्रव्याच्या अणुभाराचे आवर्त फल आहे. आधुनिक आवर्त नियमाआधारे आधुनिक आवर्त सारणीचे प्रतिपादन येथे (पान 186) दिले आहे हा मेंडलिफच्या मुळ आवर्त सारणीचा विस्तार आहे. यालाच सारणीचे संक्षिप्त रूप म्हणतात. हे आकृती 2 मध्ये दिले आहे. मुलद्रव्याचा अणुक्रमांक(Z) हा धनप्रभारच नाही तर मुलद्रव्याच्या अणु केंद्रकातील प्रोटानची संख्या दर्शविते आणि मुलद्रव्याच्या उदासिन अणुतील इलेक्ट्रानची संख्या दर्शविते.

मुलद्रव्याच्या अणुचे भौतिक आणि रसायनिक गुणधर्म त्यातील प्रोटानच्या संख्येवरच नसुन त्यातील इलेक्ट्रानच्या संख्येवर आणि अणुच्या मांडणीवर (इलेक्ट्रानीक संरूपन) निर्भर असते. म्हणुन आधुनिक आवर्त नियम सांगतो की, मुलद्रव्याचे भौतिक आणि रसायनिक गुणधर्म त्यांच्या अणुच्या इलेक्ट्रानीक संरूपणाचे आवर्त फल आहेत.

आधुनिक आवर्त सारणीत मुलद्रव्याचे स्थान

आधुनिक आवर्त सारणीत अठरा उमे स्तंभ असतात त्यास गट म्हणतात. आणि सात आडव्या ओळी असतात त्यास आवर्त काळ म्हणतात.

आधुनिक आवर्त सारणीत एका मुलद्रव्याचे स्थान काय निर्णय करतात ते पाहु या.

आधुनिक आवर्त सारणीत मुलद्रव्याच्या निश्चित इलेक्ट्रान मांडणीच्या वरून त्या मुलद्रव्याना कशा प्रकारे वर्गीकरण करता येते. आपण स्पष्ट करू शकतो. मुलद्रव्याच्या अणुच्या बाह्य कक्षेतील इलेक्ट्रान संरूपण (शेवटची कक्षा) एक सारखे असलेल्या सर्व मुलद्रव्यांना सारख्या स्तंभात मांडल्या जाते. यालाच गट (group) असे म्हणतात. एका गटातील मुलद्रव्यांना त्यांच्या मुख्य पुंज क्रमांक (principal quantum numbers) च्या वाढत्या क्रमानुसार ठेवल्या जाते.

अणुची संरचना या धड्यात तुम्ही शिकणार आहात. या धड्यात 's' उपकक्षेत एकच कक्षीकेमध्ये जास्तीत जास्त दोन इलेक्ट्रान असतात. प्रत्येक 'p' उपकक्षेत 3 कक्षीका असुन त्यात महत्तम सहा इलेक्ट्रानस असतात. 'd' उपकक्षेत 5 कक्षिका असुन त्यात 10 इलेक्ट्रान असतात. 'f' उपकक्षेत 7 कक्षिका असुन त्यात जास्तीत जास्त 14 इलेक्ट्रान असतात. उपकक्षेच्या आधारे त्यामधील इलेक्ट्रानचा फरक स्पष्ट करता येते म्हणजे कोणत्या उपकक्षेत शेवटचा इलेक्ट्रान प्रवेश करते या आधारावरून मुलद्रव्याचे 's' 'p',

The Modern Periodic Table of the Elements

18

H	2	IA	Hydrogen	1	1.008	Symbol	1	Atomic Number
Li	3	2	Lithium	2	6.94	1.008	—	Atomic Weight
Be	4	IIA	Beryllium	3	9.01	—	—	Name
Mg	12	III A	Magnesium	11	22.99	—	—	—
Ca	20	IV A	Calcium	19	40.08	—	—	—
Sr	38	V A	Strontium	37	87.62	—	—	—
Rb	47	VI A	Rubidium	39	85.47	—	—	—
Cs	56	VII A	Cesium	55	132.91	—	—	—
Fr	87	VIII A	Francium	88	223.02	—	—	—

() = Estimates

H	1	IA	Hydrogen	2	IIA	He	2	VIIIA
Li	3	IIA	Lithium	4	IIIA	Be	4	IIIA
Be	4	IIIA	Beryllium	5	IIIA	Mg	12	IIIA
Mg	12	IIIA	Magnesium	13	IIIA	Ca	20	IIIA
Ca	20	IIIA	Calcium	21	IIIA	Sr	38	IIIA
Sr	38	IIIA	Strontium	39	IIIA	Rb	47	IIIA
Rb	47	IIIA	Rubidium	48	IIIA	Cs	56	IIIA
Cs	56	IIIA	Cesium	57	IIIA	Fr	87	IIIA
Fr	87	IIIA	Francium	88	IIIA	—	—	—

1

IA

1

IIA

2

IIIA

3

IIIA

4

IIIA

5

IIIA

6

IIIA

7

IIIA

8

IIIA

9

VIIIB

10

VIIIB

11

VIIIB

12

VIIIB

13

IIIA

14

IIIA

15

IIIA

16

VIA

17

VIIA

18

VIIA

19

IIA

20

IIA

21

IIA

22

IIA

23

IIA

24

IIA

25

IIA

26

IIA

27

IIA

28

IIA

29

IIA

30

IIA

31

IIA

32

IIA

33

IIA

34

IIA

35

IIA

36

IIA

37

IIA

38

IIA

39

IIA

40

IIA

41

IIA

42

IIA

43

IIA

44

IIA

45

IIA

46

IIA

47

IIA

48

IIA

49

IIA

50

IIA

51

IIA

52

IIA

53

IIA

54

IIA

55

IIA

56

IIA

57

IIA

58

IIA

59

IIA

60

IIA

61

IIA

62

IIA

63

IIA

64

IIA

65

IIA

66

IIA

67

IIA

68

IIA

69

IIA

70

IIA

71

IIA

72

IIA

73

IIA

74

IIA

75

IIA

76

IIA

77

IIA

78

IIA

79

IIA

80

IIA

81

IIA

82

IIA

83

IIA

84

IIA

85

IIA

86

IIA

87

IIA

88

IIA

89

IIA

90

IIA

91

IIA

92

IIA

93

IIA

94

IIA

95

IIA

96

IIA

97

IIA

98

IIA

99

IIA

100

IIA

101

IIA

102

IIA

103

IIA

104

IIA

105

IIA

106

IIA

107

IIA

108

IIA

109

IIA

110

IIA

111

IIA

112

IIA

113

IIA

114

IIA

115

IIA

116

IIA

117

IIA

118

IIA

119

IIA

120

IIA

121

IIA

122

IIA

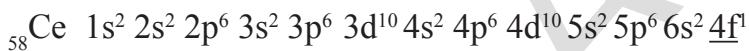
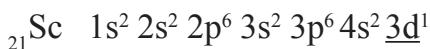
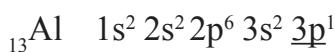
123

<div data-bbox="139 83

‘d’ आणि ‘f’ ब्लाक मुलद्रव्य म्हणुन वर्गीकरण करता येते.

उदाहरणार्थ सोडीयम (Na) ला नविन येणारा इलेक्ट्रान 3s मधुन येतो केल्यामुळे येतो. म्हणुन ‘Na’ ला s- ब्लाक मुलद्रव्य म्हणतात. Aluminium (Al) ला ‘p’ उपकक्षेतुन भेद माहित केल्यात नविन इलेक्ट्रान येते. याला p-ब्लाक मुलद्रव्य म्हणतात. स्कानडियम (Scandium (Sc) फरक स्पष्ट केल्याने ‘d’ उपकक्षेतुन नविन इलेक्ट्रान येते म्हणुन तो d-ब्लाक मुलद्रव्य आहे. सेरीयम (Cerium (Ce) नविन येणारा इलेक्ट्रान ‘f’ उपकक्षेतुन येते म्हणुन त्याला f-ब्लाक मुलद्रव्य म्हणतात.

खालील मुलद्रव्यांचे इलेक्ट्रानीक संरूपणाचे निरिक्षण करा. शेवटचा येणारा इलेक्ट्रान रेखांकित केला आहे.



Z	मुलद्रव्य	n	1	2	3	4	5	6
		<i>l</i>	0	0	1	0	1	0
		उपकक्षा	1s	2s	2p	3s	3p	3d
11	Na		2	2	6	1		
13	Al		2	2	6	2	1	
21	Sc		2	2	6	2	6	
58	Ce		2	2	6	2	6	10
					10	2	6	10
					2	6	1	2
					1	2	6	1
						1	2	6
							1	2
								2

तक्ता - 4

गट (Groups)

आवर्त सारणीतील उभ्या स्तंभाना गट असे म्हणतात. हे आवर्त सारणीत अठरा गट विस्तृत रूपात असतात. ते रोमन अंकात I तेVIII ने दर्शवितात. A आणि B हे पारंपारीक सुचके आहेत.

IUPAC च्या निर्णया प्रमाणे सध्याच्या गटांना अरबिक संख्येत 1 ते 18 संख्याचा वापराने सुचवितात. आपण या IUPAC प्रक्रियेचा उपयोग करीत कंसात पारंपारीक पद्धतीचा सुध्दा वापर करतो.

उदा: गट 2 (II A); गट 16 (VI A)

एकाच गटातील मुलद्रव्यांना मुलद्रव्याचे कुटुंब किंवा रासायनिक कुटुंब (*element family or chemical family.*) म्हणतात.

Li पासुन Fr पर्यंत असलेले मुलद्रव्य त्याच्या बाब्य कक्षेतील ns^1 इलेक्ट्रानीक संरूपणाला अल्कली धातु कुटुंब (*Alkali metal family*) असे म्हणतात.

कृती 2

काही s- ब्लाक आणि p-ब्लाक च्या महत्वाच्या मुलद्रव्याच्या कुंटुबाचे नाव खालील तक्त्यात दिलेले आहे.

आवर्त सारणीचे विस्तार रूप पाहून योग्य माहितीने खालील तक्ता भरा. information.

गट क्रमांक	मुलद्रव्यांच्या कुंटुबाचे नाव	मुलद्रव्य		शेवटची कक्षा संरूपन	शेवटचे इलेक्ट्रॉन्स	संयुजा
		पासुन	पर्यंत			
1 (IA)	Alkali metal family	Li	Fr	ns ¹	1	1
2 (IIA)	Alkali earth metal family					
13 (IIIA)	Boron family					
14 (IVA)	Carbon family					
15 (VA)	Nitrogen family					
16 (VIA)	Oxygen family or (Chalcogen family)					
17 (VIIA)	Halogen family					
18 (VIIIA)	Noble gas family					

तक्ता - 5

आवर्त काल (Periods)

आवर्त सारणीतील आडव्या ओळींना आवर्तकाल म्हणतात. आधुनिक आवर्त सारणीत सात आवर्त काल आहेत. या आवर्त कालास अरेबिंक संख्या (Arabic numerals) 1 ते 7 ने दर्शवितात.

- एका विशिष्ट मुलद्रव्याच्या अणुत असलेल्या मुख्य कक्षेच्या संख्येवरून तो कोणत्या आवर्त कालाशी संबंधीत आहे. हे ठरविता येते. उदाहरणार्थ हायड्रोजन (H) आणि हिलीयमन (helium (He) च्या अणुत फक्त एकच मुख्य कक्षा (K) असते. म्हणुन ते पहिल्या (1) आवर्त कालाशी संबंधीत आहे. अशारीतीने Li, Be, B, C, N, O, F आणि Ne या मुलद्रव्याच्या अणुत दोन मुख्य कक्षा (K आणि L) म्हणुन ते आवर्तकाल -2 शी संबंधीत आहे.

(?) तुम्हाला माहित आहे काय?

- आवर्त सारणीतील काही निश्चित मुलद्रव्याच्या कुंटुबाचे नाव कसे आले तुम्हाला माहित आहे का? **अल्कली धातुचे कुंटुब:** अल्कीली = वनस्पतीची राकड, Na, K इत्यादी.... मुलद्रव्य वनस्पतीच्या राखेपासुन साध्य केली आहे. IA गटाच्या मुलद्रव्यांना अल्कली धातुचे कुंटुब म्हणतात.
- चाल्कोजन कुंटुब:** खनिज उत्पाक = 16(VIA)गटातील मुलद्रव्य जमीनीतील खोदून काढलेल्या अशुद्ध धातु असणाऱ्या दगड किंवा माती पासुन तयार होतात यालाच चारकाजनस कुंटुब (chalcogenous family) असे म्हणतात.

हालोजन कुटुंब: हॅलोस = समुद्राचे मिठ, जिनस = उत्पादके 17(VIIA) गटातील जास्तीत जास्त मुलद्रव्य समुद्राच्या मिठापासुन मिळतात त्यांना हालोजन कुटुंब (halogen family) म्हणतो.
निष्क्रिय वायु : 18(VIIIA) या गटातील मुलद्रव्य कमी क्रियाशिल असतात. त्यांना निष्क्रिय वायु (noble gases) म्हणतात. त्यांच्या बाह्य कक्षाचे इलेक्ट्रानीक संरूपण हे आक्टेट नियमाचा (octet rule) चा आधार आहे.

2. आवर्तकालातील मुलद्रव्यांची संख्या विविध कक्षेत इलेक्ट्रान कसे भरल्याजाते यावर निर्भर करते प्रत्येक आवर्तकाल हा मुख्य कक्षेचा 's' उपकक्षेपासुन सुरु होतो आणि मुख्य कक्षेतील 's' आणि 'p' उपकक्षा भरल्यानंतर शेवट होतो. (पाहिल्या आवर्तकाल सोडुन)
 पहिली मुख्य कक्षा K- पासुन सुरु होते. आणि मुख्य कक्षा (K) मध्ये फक्त एकच (1s) उपकक्षा असते. या उपकक्षेसाठी फक्त दोनच प्रकारचे इलेक्ट्रानीक संरूपन $1s^1$ (H) आणि $1s^2$ (He) शक्य आहे. म्हणुन पहिल्या आवर्त कालात फक्त दोन मुलद्रव्य असतात.
3. दुसरा आवर्त काल दुसऱ्या मुख्य कक्षेपासुन (L) सुरु होतो. L- कक्षेत $2s$ आणि $2p$ या दोन उपकक्षा असतात. $2s^1$ आणि $2s^2$ आणि $2p^1$ ते $2p^6$ या सारखे आठ प्रकारचे (L) कक्षेचे इलेक्ट्रानीक संरूपण शक्य आहे. म्हणुन दुसऱ्या आवर्त कालात Li, Be, B, C, N O, F आणि Ne हे आठ मुलद्रव्य असतात. अशाप्रकारे दुसऱ्या आवर्तकालात दोन s-ब्लाक मुलद्रव्य (Li, Be) आणि सहा p-ब्लाक मुलद्रव्य (B पासुन Ne पर्यंत) असतात.
4. तिसरा आवर्तकाल तिसऱ्या मुख्य कक्षेपासुन (M) सुरु हेतो. या मुख्य कक्षेत (M) $3s$, $3p$ आणि $3d$ या तिन उपकक्षीका असतात. परंतु त्या कक्षेत इलेक्ट्रान भरतांना ' $4s$ ' मध्ये इलेक्ट्रान भरल्यानंतर $3d$ मध्ये भरतात. म्हणुन तिसऱ्या आवर्तकालात 8 मुलद्रव्य असतात. यामध्ये दोन s-ब्लाक मुलद्रव्य (Na, Mg) आणि सहा p-ब्लाक मुलद्रव्ये (Al ते Ar) असतात.
5. चवथ्या मुख्य कक्षेत (N) $4s$, $4p$, $4d$ आणि $4f$ या चार उपकक्षीका असतात. इलेक्ट्रान भरतांना अणुत प्रवेश करणारे इलेक्ट्रान $4s$, $3d$ आणि $4p$ या क्रमात भरतात. यामुळे चवथ्या आवर्त कालात अठरा मुलद्रव्यासहीत दोन s-ब्लाक (K, Ca) 10 मुलद्रव्य d-ब्लाक पासुन (Sc ते Zn) आणि p-ब्लाक पासुन सहा मुलद्रव्ये ($_{31}Ga$ ते $_{36}Kr$) असतात. अशा प्रकारे सर्व मिळून अठरा मुलद्रव्ये चवथ्या आवर्त कालात असतात.

अशारीतीने पाचव्या आवर्त कालात ($_{37}Rb$ to $_{54}Xe$) 18 मुलद्रव्ये का असतात याचे आपण स्पष्टीकरण करू शकतो.

सहाव्या आवर्तकालात $_{55}Cs$ ते $_{86}Rn$ एकुण बत्तीस मुलद्रव्ये आहेत. यामध्ये s-ब्लाक ($6s$) मधील 2 मुलद्रव्य आणि f-ब्लाक ($4f$) मधील 14 मुलद्रव्य d-ब्लाक ($5d$) मधील 6 मुलद्रव्यांचा समावेश आहे p-ब्लाक ($6p$) असतात.

'4f' मुलद्रव्यांना लॅथनाईड्स (Lanthanoids or lanthanides) म्हणतात. $_{58}Ce$ ते $_{71}Lu$ या मुलद्रव्यांचे गुणधर्म $_{57}La$ या मुलद्रव्यासारखे असतात. म्हणुन लॅथनाईड्स हे

नाव या मुलद्रव्यासाठी उपयुक्त आहे.

7 वा आतर्वकाल अपुर्ण असुन त्यामुध्ये s-ब्लाक (7s) चे 2 मुलद्रव्य f-ब्लाक (5f)मधील 14 मुलद्रव्य d-ब्लाक (6d) मधील 10 मुलद्रव्ये आणि p-ब्लाक (7p) मधील काही मुलद्रव्यांचा समावेश आहे. 5f मुलद्रव्यांना एकटीनाईड्स (*Actinoids* or as *Actinides*) म्हणतात. ते मुलद्रव्य ^{90}Th ते ^{103}Lr आहेत.

f- ब्लाक मुलद्रव्यांना लऱ्येनाईड्स आणि एकटीनाईड्स म्हणतात. हे आवर्त सारणीच्या शेवटी खाली अलग अलग दाखविले आहे.

(?) आपणास माहित आहे काय?

आईड 'Ide' म्हणजे संपदा (heir) याचा उपयोग Cl ते Cl मध्ये बदल करण्यासाठी होतो. 'Cl' हा क्लोरीन अणु आहे आणि Cl-क्लोराईड आयन आहे. 'Oid' म्हणजे समान (the same) काही शास्त्रांज्ञानी ^{57}La ते ^{70}Yb ला लऱ्येनाईड्स सारखे काहींना ^{58}Ce ते ^{71}Lu ला प्रतिपादीत केले. येथे ^{57}La ते ^{71}Lu (15 मुलद्रव्य) ^{21}Sc आणि ^{39}Y ला लऱ्येनाईड्स मध्ये मिळविला पाहिजे. हा एक वाद आहे. ही सर्व सुचना इलेक्ट्रान संरूपनाच्या दृष्टीने सत्य ठरते. कारण ^{21}Sc , ^{39}Y आणि ^{57}La ते ^{71}Lu पर्यंत सर्व मुलद्रव्याचे एकच बाह्य कक्षा संरूपनाचे असलेले असतात.

एकटीनाईड्सच्या संदर्भात वेगव्या प्रकारचा वाद आहे. ^{90}Th ते ^{103}Lr किंवा ^{89}Ac ते ^{102}No किंवा ^{89}Ac ते ^{103}Lr पर्यंत विविध वाद विवाद आहेत.



विचार करा आणि चर्चा करा

- आवर्त सारणीच्या शेवटच्या लऱ्येनाईड्स आणि एकटीनाईड्स वेगवेगळे का ठेवलेले आहे?
- जर त्यास सारणीच्या आत ठेवल्यास ती सारणी कशी होईल याची कल्पना करा?

धातु आणि अधातु (Metals and Non metals)

8 व्या वर्गात तुम्ही धातु आणि अधातु या धड्यात धातुच्या गुणधर्मा बद्दल शिकलात आवर्त सारणीतील मुलद्रव्याच्या धातुच्या गुणधर्माचा अभ्यास करू या.

बाह्य कक्षेत तीन किंवा त्यापेक्षा जास्त इलेक्ट्रान असलेल्या मुलद्रव्याना धातु मानु या. आणि बाह्य कक्षेत पाच किंवा त्यापेक्षा जास्त इलेक्ट्रान असलेल्या मुलद्रव्यांना अधातु म्हणुन विचारात घेऊ. 'd' ब्लाकमधील मुलद्रव्यामध्ये 3 च्या गटापासुन 12 व्या गटापर्यंत असलेल्या धातुना(काही मुलद्रव्ये सोडुन) संक्रमक मुलद्रव्ये म्हणतात. d-ब्लाकमधील मुलद्रव्यांच्या धातुची वैशिष्ट्ये आवर्त सारणीत डावीकडून उजवी कडे क्रमाणे कमी होत जाते. वास्तविकपणे लऱ्येनाईड्स आणि एकटीनाईड्स तिसऱ्या गटात (III B) असुन ते संक्रमक मुलद्रव्यात असतात. म्हणुन त्यांना अंतर संक्रमक मुलद्रव्य (inner transition elements) असे म्हणतात.

धातु आणि अधातु या दोघांचे गुण दाखविणारी मुलद्रव्ये धातुसदृष्ट्य किंवा अंशतः धातु म्हणतात. त्यांचे गुणधर्म धातु सारखेच असले तरी ते ठिसुळ आधातु सारखे आहेत. साधारणतः ते अर्धवाहक आहे. उदा.: B, Si, Ge.

s- ब्लाकातील सर्व मुलद्रव्य धातु आहेत. परंतु p-खंडातील (18 व्या गटाचे सोडुन) मुलद्रव्य धातु, अधातु आणि धातु सदृश आहेत. आवर्त सारणीत तुम्हाला हढ दर्शविणारी रेषे सारखी जिन्याची पायरी दिसुन येते. या रेषेच्या डाव्या बाजुकडील मुलद्रव्ये धातु आणि उजव्या बाजुकडील मुलद्रव्ये अधातु आहेत. जिन्यावरील मुलद्रव्ये जसे B, Si, As, Ge इत्यादी धातु सदृष्ट्य आहेत.

आधुनिक सारणीतील मुलद्रव्याचे आवर्त गुणधर्म (Periodic properties of the elements in the modern table)

मुलद्रव्याच्या अणुच्या इलेक्ट्रानीक संरूपणाच्या आधारावरूनच आधुनिक आवर्त सारणीची रचना केली आहे. मुलद्रव्याच्या भौतिक आणि रासायनिक गुणधर्माचा संबंध त्याच्या इलेक्ट्रान संरूपण विशेष म्हणजे बाह्य कक्षेच्या संरूपाणाशी संबंध आहे. गटातील मुलद्रव्याच्या अणुंना सारखे इलेक्ट्रानीक संरूपण असते. म्हणुन आपण अंदाज लावु शकतो की, या गटातील सर्व मुलद्रव्यांना सारखेच रासायनिक गुणधर्म असतात आणि यावरून खाली पर्यंत त्यांच्या भौतिक गुणमर्धाति क्रमवार बदल दिसुन येतो.

अशाप्रकारे आवर्त सारणीतील आवर्त कालात डावीकडुन उजवीकडे जात आसतांना मुलद्रव्याचे अणुक्रमांक एक एककाने वाढत जाते. म्हणुन दिलेल्या आवर्त कालातील कोणत्याही दोन मुलद्रव्याचा बाह्य कक्षेचे इलेक्ट्रानीक संरूपण सारखे नसते. या कारणामुळे आवर्त कालातील मुलद्रव्याचे रासायनिक गुणधर्म वेगवेगळे असतात. परंतु डावीकडुन उजवीकडे भौतिक गणुधर्माति क्रमवार बदल दिसुन येते. हे समजुन घेण्यासाठी काही मुलद्रव्यांचे गणुधर्म घेऊन ते गटात आवर्त कालात कसे बदलते याची चर्चा करु या.

गटात आणि आवर्त कालात मुलद्रव्याच्या गुणधर्माचा कल (Properties of elements and their trends in Groups and in Periods)

1. संयुजा (Valence): एका मुलद्रव्याचा हायड्रोजन आक्सीजनशी किंवा अप्रत्यक्षापणे हायड्रोजन आणि आक्सीजन व्दरे कोणत्याही इतर मुलद्रव्याच्या संयोग शक्तीला संयुजा म्हणतात. मुलद्रव्याची हायड्रोजन संबंधी संयुजा ही त्या मुलद्रव्यांतील हायड्रोजनच्या अणुपैकी त्या मुलद्रव्याचा एक अणु रासायनिक रित्या संयोग पावतो. मुलद्रव्याची आक्सीजनशी संबंधी संयुजा ही त्या आक्सीजन अणुशी संयोग पावणाऱ्या त्या संख्येच्या दुप्पट संख्येला त्या मुलद्रव्याची संयुजा म्हणुन सांगता येते.

उदाहरणार्थ 'Na' चा एक अणु हा 'H' च्या एका अणुशी रासायनिक संयोग होऊन NaH तयार होते. म्हणुन Na ची संयुजा 1 आहे. 'Ca'चा एक अणु 'O' च्या एका अणुशी संयोग पावुन CaO तयार होते. म्हणुन Ca ची संयुजा 2 आहे.

साधारणपणे एका मुलद्रव्याची हायड्रोजनशी संयुजा ही पारंपारीक गट संख्या आहे. जर मुलद्रव्य गट V किंवा त्यापेक्षा वरच्या गटात असल्यास त्याची संयुजा ही 8—गट संख्या होते. उदा. क्लोरीनची संयुजा $8-7 = 1$ आहे.

साधारण पणे पहिल्या गटातील मुलद्रव्यासाठी संयुजा 1 पासून सुरु होते. गटाच्या संख्येशी 4 पर्यंत वाढते. आणि खालच्या गटासाठी 4 पासून 0 पर्यंत कमी होते. (हे फक्त मुख्य गट ‘s’ आणि ‘p’ ब्लकच्या मुलद्रव्यासाठी लागू होते.)

सध्याच्या काळात अणुच्या बाह्य कक्षेतील इलेक्ट्रानच्या संख्येला त्या मुलद्रव्यची संयुजा म्हणुन घेत आहे. आक्सीडीकरण संख्येची संकल्पना ही आधुनिक साहित्यामध्ये संयुजेच्या संकल्पने ऐवजी घेतली जाते.

कृती 3

- पहिल्या 20 मुलद्रव्याची संयुजा माहित करा?
- डावी कडुन उजवी कडे जातांना आवर्त कालात संयुजा कशी बदलते?
- गटा वरून खाली आत्यास संयुजा कशी बदलते?

अणुत्रिज्या (Atomic radius)

अणुच्या केंद्रकापासून त्याच्या बाह्य कक्षेवरील अंतराला अणुत्रिज्या (Atomic radius) असे म्हणतात.

मुलद्रव्याच्या अणुची त्रिज्या त्याच्या स्वतंत्र स्थितीत मोजणे शक्य नाही. कारण मुलद्रव्यात केंद्रका भोवती असलेल्या इलेक्ट्रानचे स्थान ठरविणे शक्य नाही. कसे तरी आपण धन अवस्थेत बाजुच्या अणुच्या केंद्रकामधील अंतर आपण मोजू शकतो. यावरून आपण प्रत्येक अणुच्या त्रिजेला या अंतरापैकी अर्धे अंतर नियुक्त करून अणुच्या परिमाणाचा अंदाज लावु शकतो. ही पद्धत घन अवस्थेत असणाऱ्या धातुच्या मुलद्रव्यासाठी उपयुक्त आहे. 75% पेक्षा जास्त मुलद्रव्य धातु आहेत आणि त्या धातुच्या अणु त्रिज्यांना धातुची त्रिज्या म्हणतात. अणुचे परिमाण मोजण्याचा दुसरा उपाय म्हणजे सहसंयुज रेणुतील दोन अणुमधील अंतर मोजणे होय. Cl_2 रेणुतील दोन क्लोरीन अणुच्या सहसंयुज बंधाची लांबी मोजल्याने क्लोरीन अणुच्या परिमाणाचा अंदाज लावता येतो. अर्धा अंतराला अणु त्रिज्या म्हणुन घेत्यास त्याला क्लोरीन अणुचा सहसंयुज बंध (*covalent radius*) असे म्हणतात.

अणुत्रिज्या ही ‘pm’ पिको मिटर (pico meter) एककात मोजल्या जाते.

$$1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$$

गटातील अणु त्रिजेमधील बदल (Variation of atomic radii in group)

आवर्त सारणीत गटामध्ये वरून खाली पर्यंत अणुची त्रिज्या वाढते. आपण जस जसे गटात खाली जातो. तस तसा मुलद्रव्याच्या अणुक्रमांक वाढतो. म्हणुन जास्त संख्येत इलेक्ट्रानला समावृन घेण्यासाठी जास्त कक्षेची आवश्यकता पडते. म्हणुन गटात वरून खाली येत असतांना केंद्रकिय बदल न होता परिणामी अणुचे केंद्रक आणि बाह्य कक्षेमधील अंतर वाढते.

तक्ता - 6

गट	मुलद्रव्य (अणु त्रिज्या pm मध्ये)
गट 1:	Li (152), Na (186), K (231), Rb (244) आणि Cs (262)
गट 17:	F (64), Cl (99), Br (114), I (133) आणि At (140)

आवर्तनातील अणु त्रिजेमधील बदल (Variation of atomic radii in period)

मुलद्रव्याची अणु त्रिज्या आवर्तनातील डावीकडुन उजवीकडुन गेल्यास कमी होते. जेव्हा आपण उजवीकडुन जातो तेव्हा इलेक्ट्रान सारख्या मुख्य कक्षेत प्रवेश करतात किंवा 'd' ब्लॉकच्या अंतर कक्षेत किंवा 'f' ब्लॉकच्या मुलद्रव्याच्या अंतर कक्षेत प्रवेश करतात. म्हणुन त्या मुलद्रव्याच्या अणुच्या केंद्रक आणि बाह्य कक्षेतील अंतरात काही बदल घडुन येत नाही. परंतु आवर्त कालातील मुलद्रव्याच्या अणुक्रमांकांत वाढ झाल्यामुळे केंद्रकीय प्रभार वाढतो. म्हणुन बाहेरील कक्षेतील इलेक्ट्रानचे केंद्रीय आकर्षन वाढते. परिणामी अणुच्या आकार कमी होतो.

तक्ता - 7

आवर्तकाल	मुलद्रव्य (अणु त्रिज्या pm मध्ये)
2 nd आवर्तकाल	Li (152), Be (111), B (88), C (77), N (74), O (66), F (64)
3 rd आवर्तकाल	Na (186), Mg (160), Al (143), Si (117), P(110), S(104), Cl(99)

- मुलद्रव्याच्या अणुचा आणि त्याच्या आयनचा आकार समान असतो का ? खालील उदाहरण घेऊ या.

सोडीयमच्या (Na) अणुने एक इलेक्ट्रान गमावला आणि सोडीयमचा (Na^+) धन प्रभारतीत आयन तयार केला.

Na आणि Na^+ पैकी कोणत्या आयनाच्या आकार मोठा आहे ? का ? सोडीयमचा अणुक्रमांक (Na) 11आहे. म्हणुन सोडीयमच्या (Na) अणुत 11 प्रोटान्स आणि 11 इलेक्ट्रान असतात. त्याचा बाह्य संरूपण $3s^1$ आहे. दुसरीकडे Na^+ आयनात 11 प्रोटान्स आणि फक्त 10 इलेक्ट्रान असतात. Na^+ च्या $3s$ कक्षेत एक ही इलेक्ट्रान नसते. म्हणुन त्याच्या बाह्यकक्षेचे संरूपण $2s^2 2p^6$ आहे. प्रोटानची संख्या त्यामधील इलेक्ट्रानच्या संख्येपेक्षा जास्त असल्यामुळे Na^+ ion आयनाचे केंद्रक त्या बाह्य कक्षेतील इलेक्ट्रानला केंद्रक शक्तीबदारे केंद्रकाकडे आकर्षील्या जाते. परिणामी Na^+ चा आकार

लहान होतो. म्हणुन Na^+ परिमाण Na अणुपेक्षा कमी होते. साधारणत: मुलद्रव्याच्या धनप्रभारीत आयनाचा आकार (परिमाण) त्याच्या उदासिन अणुपेक्षा कमी असतो.

दुसरे एक उदाहरण घेऊ : क्लोरीन (Cl) क्लोरीनचा ऋण आयन (Cl^-) तयार करण्यासाठी एक इलेक्ट्रान मिळविला.

- Cl आणि Cl^- पैकी कोणत्या आयनाचा आकार मोठा आहे? का?

क्लोरीन अणुचे इलेक्ट्रानीक संरूपण (Cl) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ आहे. आणि क्लोराईड (Cl^-) आयनाचे इलेक्ट्रानीक संरूपण $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ आहे. क्लोरीन आणि क्लोराईड आयनात प्रत्येकी 17 प्रोटान आहेत. परंतु क्लोरीन अणुत 17 इलेक्ट्रान आहेत. क्लोराईड आयन मध्ये 18 इलेक्ट्रान आहेत. म्हणुन क्लोरीन अणुच्या तुलनेत क्लोराईड आयनात केंद्रकिय आकर्षण बल जास्त असते. म्हणुन क्लोरीन Cl^- अणुचा आकार क्लोराईड आयनापेक्षा (Cl) लहान असतो. साधारणत: मुलद्रव्याचा ऋण आयन (anion) त्याच्या उदासिन अणुपेक्षा मोठ्या आकारात असतो.

क्लोरीनचा क्लोराईड आयन (99 pm) Cl^- (181 pm); F (64 pm) F^- (64 pm); O (73 pm); O^2 (140 pm); N (75 pm); N^3 (171 pm)

- खाली पैकी कोणत्या जोडीचा आकार मोठा आहे?

(a) Na, Al (b) $\text{Na}, \text{Mg}^{+2}$ (c) $\text{S}^{2-}, \text{Cl}^-$ (d) $\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$ (e) $\text{C}^{4-}, \text{F}^-$

आयनीभवनाची शक्ती (Ionization Energy)

उदासिन वायुच्या अणुच्या बाह्य कक्षेतील इलेक्ट्रानला बाहेर काढण्यासाठी लागणाऱ्या शक्तीला आयनीभवनाची शक्ती(उर्जा) म्हणतात. मुलद्रव्याची उदासिन वायुच्या अणुतील बाह्य शक्ती, कक्षेतुन पाहिल्या इलेक्ट्रानला काढून टाकण्यासाठी लागणाऱ्या उर्जेला (शक्तीला) पहिली आयनीभावन शक्ती म्हणतात. मुलद्रव्याच्या एक धनात्मक आयनापासुन इलेक्ट्रान काढून टाकण्यासाठी लागलेल्या शक्तीला दुसरी आयनीभवन शक्ती म्हणतात.



विचार करा आणि चर्चा करा

- मुलद्रव्याची दुसरी आयनीभवन शक्ती ही त्या मुलद्रव्याच्या पहिल्या आयनीभवन शक्तीपेक्षा मोठी असते? कारण?

मुलद्रव्याची आयनीभवन शक्ती यावर निर्भर करते.

1. अणुकेंद्रकिय प्रभार (Nuclear charge): केंद्रकिय प्रभार जास्त असल्यास आयनीभवन शक्ती जास्त असते. उदा. $_{11}\text{Na}$ आणि $_{17}\text{Cl}$ मध्ये क्लोरीन अणुची आयनीभवन शक्ती जास्त असते.

2. पटल परिणाम: बाहेरच्या कक्षेत असणाऱ्या इलेक्ट्रानवर केंद्रकाचा परिमाण आतील कक्षेत असणाऱ्या इलेक्ट्रानमुळे कमी होतो यालाच पटल परिणाम(*screening effect*) म्हणतात. पटल परिणाम अधिक असल्यास आयनीभवन शक्ती कमी होते. ${}^3\text{Li}$ आणि ${}^{55}\text{Cs}$ मध्ये असलेल्या ${}^{55}\text{Cs}$ च्या आतील कक्षेत पटला परिणाम जास्त असल्यामुळे आयनीभवन शक्ती कमी असते.

3. कक्षिकांची भेदक शक्ती : एक मुख्य कक्षेत असणाऱ्या कक्षीकात केंद्रकाकडे घुसण्याची शक्ती वेगवेगळी असते. उदा. $4\text{s} > 4\text{p} > 4\text{d} > 4\text{f}$ भेदकात आहेत. म्हणुन 4f पेक्षा 4s इलेक्ट्रान काढणे सोपे जाते. ${}^4\text{Be}$ $1\text{s}^2 2\text{s}^2$ आणि B $1\text{s}^2 2\text{s}^2 2\text{p}^1$ या मुलद्रव्यात B ची आयनीभवन शक्ती कमी असते. कारण ‘ 2p ’ च्या तुलनेत ‘ 2s ’ची घुसण्याची शक्ती कमी असते.

4. स्थिर इलेक्ट्रान संरूपण (Stable configuration): ${}^8\text{O}$ ($1\text{s}^2 2\text{s}^2 2\text{p}^4$) पेक्षा ${}^7\text{N}$ ($1\text{s}^2 2\text{s}^2 2\text{p}^3$) पासुन एका इलेक्ट्रान काढणे सोपे आहे. कारण ${}^7\text{N}$ ला स्थिर अर्धे भरलेले संरूपण असते.

5. अणुत्रिज्या : अणुत्रिज्या जास्त असल्यास आयनीभवन शक्ती कमी असते. म्हणुन ‘F’ ची आयनीभवन शक्ती ‘I’ पेक्षा जास्त असते आणि ‘Na’ची आयनीभवनप शक्ती ‘Cs’पेक्षा अधिक असते.

आपण आवर्त सारणीत गटात जसजसे खाली जातो तस तसे आयनीभवन शक्ती कमी होत जाते. आणि साधारणपणे आवर्त कालात डावीकडून उजवीकडे वाढते.

आयनीभवन शक्तीला kJ mol^{-1} मध्ये व्यक्त करतात.

आयनीभवन शक्तीला आयनीभवन विभव सुध्दा म्हणतात. पंरतु जेव्हा आपण आयनीभवन विभव पदांचा वापर करतो तेव्हा eV अणु $^{-1}$ एकक लिहिणे सोयीस्कर असते.

Ionisation Energy Values are given in the following table in KJ/mol.

H 1312.1							He 2372.3
Li 520.2	Be 899.5	B 800.6	C 1086.5	N 1402.3	O 1313.9	F 1681	Ne 2080.7
Na 495.9	Mg 737.7	Al 577.5	Si 786.5	P 1011.8	S 999.6	Cl 1251.5	Ar 1520.6
K 418.8	Ca 589.8	Ga 578.8	Ge 762	As 947	Se 940.9	Br 1139.9	Kr 1350.8
Rb 403.0	Sr 549.5	In 558.2	Sn 708.4	Sb 834	Te 869.3	I 1008.4	Xe 1170.4

IONIZATION POTENTIAL VALUES

Element	Ist	2nd	3rd	4th	5th	6th
H	1312.1					
He	2372.3	5220				
Li	520.2	7300	11750			
Be	899.5	1760	14850	20900		
B	800.6	2420	3660	25020	32600	
C	1086.5	2390	4620	6220	37820	46990
Al	577.5	1810	2750	11580	14820	18360
Ga	578.8	1980	2970	6170	8680	71390

इलेक्ट्रानचे आकर्षण (Electron affinity)

काही मुलद्रव्याचे अणु आयनीक संयुगे तयार करतांना इलेक्ट्रान प्राप्त करतात. अणु इलेक्ट्रान प्राप्त करण्यासाठी समर्थ असतो. जेव्हा अणु बाहेरील इलेक्ट्रान त्याच्या केंद्राव्दारे आकर्षित्या जाते या आकर्षणात उर्जा मुक्त होते.

जेव्हा इलेक्ट्रानला त्याच्या उदासीन वायुच्या अणुत मिळविल्या जाते तेव्हा उर्जा मुक्त होते. यालाच मुलद्रव्याचे इलेक्ट्रान आकर्षण(electron gain enthalpy) म्हणतात. मुलद्रव्याच्या इलेक्ट्रान आकर्षणाला त्या मुलद्रव्याची पुर्ण उष्मा प्राप्त करणे सुधा म्हणतात.



जेव्हा इलेक्ट्रानला मुलद्रव्याच्या एक ऋण आयनशी मिळविते तेव्हा उर्जा मुक्त होते. यालाच त्या मुलद्रव्याचे दुसरे इलेक्ट्रान आकर्षण म्हणतात. दुसरा इलेक्ट्रान त्याच्या एका ऋण आयनाशी मिळविल्यास प्रत्यक्षपणे कोणताही मुलद्रव्य उर्जा मुक्त होतांना दाखवित नाही. याचा अर्थ असा की, ऋण किंवा व्हि -ऋण किंवा त्रि ऋण आयन तयार होत नाही. दुसरा इलेक्ट्रान मिळविल्यानंतर उर्जा दुसऱ्या रूपात म्हणजे बंध निर्माण झाले पाहिजे अशा रितिने ती उर्जा मुक्त होते.

तक्ता - 8

गट	इलेक्ट्रॉनशी आकर्षण किंमत (kJ mol^{-1}) मध्ये
VII A हॉलोजन्स	F (-328); Cl (-349); Br (-325); I (-295); At (-270)
VIA चाल्कोजन्स	O (-141); S (-200); Ge (-195) Te (-190) PO (-174)

आपण जस जसे गटात खाली जातो तस तसे इलेक्ट्रानने प्राप्त केलेली उष्माची किंमत कमी होते. परंतु आवर्तनात डावीकडून उजवीकडे वाढत जाते. धातुना इलेक्ट्रान पुर्ण उष्मा प्राप्त करण्याची किंमत कमी असते आणि अल्काधर्मी धातुंना धन किंमती असतात.



विचार करा आणि चर्चा करा

- अल्काधर्मी धातुची इलेक्ट्रान उष्मा मिळविण्याची माहित केलेली किंमत, आणि राजवायु धन असतात. हे तुम्ही कसे स्पष्ट कराल?
- दुसऱ्या गटातील मुलद्रव्याची, उदाहरणात 'F' ची इलेक्ट्रान उष्मा मिळविते हे तिसऱ्या आवर्त कालातील सारख्याच गटासाठी उदा. 'Cl' पेक्षा कमी का असते?

सारणीतील उर्जेचे ऋण चिन्ह म्हणजे उर्जा मुक्त होणे किंवा न्हास होते. दर्शविते आणि धन चिन्ह उर्जा प्राप्त करणे किंवा शोषल्या जाते. आयनीभवनावर प्रभाव पाडणारे सर्व घटक इलेक्ट्रान पुर्ण उष्मा मिळविल्यानंतर सुध्दा प्रभाव पाडते.

विद्युत ऋणता (Electronegativity)

आयनीभवनाची शक्ती आणि इलेक्ट्रान उष्मा मिळविणे हे मुलद्रव्याच्या स्वतंत्र अणुचे गुणधर्म आहेत. मुलद्रव्याचे अणु संयोग पावल्यानंतर ते मुलद्रव्य इलेक्ट्रानला आकर्षण करण्याच्या सामर्थ्याची तुलना करण्यासाठी एका मापाची गरज आहे. यासाठी विद्युत ऋणता ही संकल्पना मांडली आहे.

एका मुलद्रव्याचे अणु दुसऱ्या मुलद्रव्याच्या अणुशी बंधात असतांना इलेक्ट्रानला आपल्या कडे आकर्षण करण्याच्या सापेक्ष प्रवृत्तीला विद्युत ऋणता म्हणतात.

आयनीभवन शक्ती आणि इलेक्ट्रान आकर्षणावर प्रभाव पाडणारे सर्व घटक त्या मुलद्रव्याच्या विद्युत ऋणतेवर सुध्दा प्रभाव पाडतात. या कारणामुळे मुलद्रव्याची आयनीभवन शक्ती आणि इलेक्ट्रानच्या आकर्षणाची सरासरी म्हणजेच विद्युत ऋणता होय. याचे प्रतिपादन मिल्कीमेन (Milliken) यांनी केले.

$$\text{विद्युत ऋणता} = \frac{\text{आयनीभवन शक्ती} + \text{इलेक्ट्रानचे आकर्षण}}{2}$$

लायनस पॉलींग यांनी विद्युत ऋणतेची किंमत बंधशक्तीच्या आधारे नियुक्ती केली. त्यांनी हायड्रोजनची विद्युत ऋणता 2.20 घेऊन हायड्रोजनच्या साहाय्याने इतर मुलद्रव्याच्या किंमती माहित केल्या.

तक्ता - 9

आवर्तकाल	मुलद्रव्य (हायड्रोजनशी विद्युत ऋणता)
हॉलोजन्स	F(4.0), Cl(3.0), Br(2.8), I(2.5)
2 nd काल:	Li(1.0), Be(1.47), B(2.0), C(2.5), N(3.0), O(3.5), F(4.0), Ne(-)

सारणीतील गटामध्ये जेव्हा आपण वरून खाली जातो तेव्हा मुलद्रव्याची विद्युत ऋणता कमी होते आणि आवर्त कालत डावीकडुन उजवी कडे गेल्यास वाढते. सर्वाधिक विद्युत ऋणता असलेला मुलद्रव्य 'F' आहे आणि सर्वात कमी विद्युत ऋणता असलेला मुलद्रव्य 'Cs' आहे.

धातुचे आणि अधातुचे गुणधर्म (Metallic and Non-Metallic Properties)

साधारणत: धातु कमी विद्युत ऋणता गुणधर्म दाखवितात. संयुगात साधारणता ते धन आयन असल्याचे दाखविण्याची प्रवृत्ती असते. या गुणधर्माला बहुदा वैधृती धन वैशिष्टे या सारखे पद वापरले आहे. धातु हे वैधृती मुलद्रव्ये आहेत.

लहान अणुत्रिजेमुळे धातु साधारणत: जास्त वैधृती ऋण असतात.

तिसऱ्या आवर्त कालाचे मुलद्रव्याचे परिक्षण करु या.

3rd कालाचे Na Mg Al Si P S Cl

Na आणि Mg धातु आहे हे आपणास माहित आहे. Al आणि Si हे अंशत धातु (धातु सदृश) P, S आणि Cl हे अधातु आहेत. अशाप्रकारे आवर्त सारणीच्या डाव्या बाजुला धातु आणि उजव्या बाजुला अधातु आढळून येते. आपण आवर्त काला बरोबर (डावी कडून उजवीकडे) जातांना धातुची वैशिष्टे कमी होते आणि अधातु वैशिष्टे वाढते.

चला गट 14 (IVA) मुलद्रव्य घेऊ या.

IVA गट C Si Ge Sn Pb

येथे कार्बन अधातु, Si आणि Ge धातु सदृश्य आहेत. Sn आणि Pb धातु आहेत.

म्हणुन आवर्त सारणीच्या वरच्या भागात उजव्या बाजुला अधातु आणि आवर्त सारणीच्या खाली डाव्या आणि उजव्या बाजुला धातु आहेत. याचा अर्थ आवर्त कालात वरून खाली येतांना धातुची वैशिष्टे वाढतात आणि अधातु वैशिष्टे कमी होतात.



महत्वाचे शब्द

त्रिके, अष्टके, आवर्त नियम, आवर्त सारणी, आवर्त काल, गट, लॅथनाइड्स, अक्टीनाइड्स, मुलद्रव्याचे कुंटुंब, धातु सदृश्य, आवर्तता, अणु, त्रिज्या, आयनीभवन शक्ती, इलेक्ट्रान आकर्षण, विद्युत ऋणता, विद्युत घनता



आपण काय शिकलोत?

- मुलद्रव्याच्या सारख्या गुणधर्मावरून त्यांचे वर्गीकरण करण्यात आले.
- डाबरीनरचे मुलद्रव्यानां त्रिके गटात विभाजन केले आणि न्युलंडनी अष्टकांचा नियम दिला.
- मेंडलिफचा आवर्त नियम, मुलद्रव्याचे भौतिक आणि रासायनिक गुणधर्म हे त्यांच्या अणुवस्तुमानाचे आवर्त फल आहेत.
- मोसलेचा आवर्त नियम: मूलद्रव्याचे भौतिक आणि रासायनिक गुणधर्म हे त्यांच्या अणुक्रमांकाचे आवर्त फल आहेत.

- आधुनिक आवर्त नियम: मुलद्रव्याचे भौतिक आणि रासायनिक गुणधर्म हे त्यांच्या इलेक्ट्रान संरूपाचे आवर्त फल आहेत.
- वाढत्या अणुवस्तुमानाच्या आधारावरून केलेली मुलद्रव्याची असंगत मांडणी वगळल्या जाते, जेव्हा मुलद्रव्याची मांडणी त्यांच्या अणुसंख्येचा वाढत्या क्रमांत होते, मुलद्रव्याचे मुलभूत गुणधर्म मोसलेनी शोधून काढले.
- आधुनिक आवर्त सारणीत 18 गट आणि 7 आवर्त काळात मुलद्रव्याची मांडणी केली आहे.
- उपकक्षेतील इलेक्ट्रानच्या भेदावरून मुलद्रव्याचे s, p, d, f खंडात वर्गीकरण करण्यात आले.
- सर्व d- खंडातील मुलद्रव्यांना (Zn गटातील सोडुन) संक्रमक मुलद्रव्य म्हणतात. आणि सर्व f-खंडातील मुलद्रव्याना (लॅथनाइड्स आणि अक्टीनाइड्स सोडुन) आंतरीक संक्रमक मुलद्रव्ये म्हणतात.
- मुलद्रव्याचे आवर्तगुणधर्म आणि त्यांचा गटातील आणि आवर्त काळातील कल.

आवर्त गुणधर्म	कल		आवर्त काल
	गट		
संयुजा	वरून खाली		डावी कडुन - उजवी कडे
अणु त्रिज्या	वाढते		कमी होते
आयनीभवन शक्ती	कमी होते		वाढते
इलेक्ट्रानचे आकर्षण	कमी होते		वाढते
विद्युत ऋणता	कमी होते		वाढते
विद्युत घनता	वाढते		कमी होते
धातुचा स्वभाव	वाढते		कमी होते
अधातुचा स्वभाव	कमी होते		वाढते



अन्यासात सुधारणा करा

संकल्पनेवर प्रतिसंपंदन

1. न्युलांडनी अष्टकेच्या नियमाचे प्रतिपादन केले मेंडालीफने त्याच्या आवर्त सारणीत मुलद्रव्यासाठी आठ गट मांडण्यासाठी सुचविले. आधुनिक आवर्त वर्गीकरणात या निरिक्षणाचे स्पष्टीकरण तुम्ही कसे कराल? (AS1)
2. मेंडलिफच्या आवर्त सारणीच्या सिमा काय आहेत? आधुनिक आवर्त सारणी मेंडलिफच्या सरणीच्या सिमेला कसे मात करते? (AS1)
3. आधुनिक आवर्त नियमाची व्याख्या लिहा? आवर्त सारणीच्या विस्तृत रूपाच्या रचनेची चर्चा करा? (AS1)
4. आवर्त सारणीत मुलद्रव्याचे s, p, d आणि f-ब्लाकमध्ये कसे वर्गीकरण केले याचे स्पष्टीकरण द्या आणि या प्रकारच्या वर्गीकरणाचे फायदे लिहा? (AS1)
5. अणुक्रमांक 17 असलेल्या मुलद्रव्याचे गुणवैशिष्टे लिहा? (AS1)

इलेक्ट्रान संरूपण

आवर्त काल संख्या

गटाची संख्या

मुलद्रव्याचे कुटुंब
संयुजा इलेक्ट्रान संख्या
संयुजा
धातु किंवा अधातु

6. आवर्त सारणीचा उपयोग करून खालील सारणी पुर्ण करा? (AS1)

आवर्तकाल संख्या	कक्षेत भरणे (उपकक्षिका)	सर्व उपकक्षिकेत जास्तीत जास्त इलेक्ट्रान भरणे	आवर्त कालातील मुलद्रव्याची एकुण संख्या
1			
2			
3			
4	4s, 3d, 4p	18	18
5			
6			
7	7s, 5f, 6d, 7p	32	अपुर्ण

7. आवर्त सारणीचा उपयोग करून खालील सारणी पुर्ण करा? (AS1)

आवर्तकाल संख्या	मुलद्रव्याची एकुण संख्या	मुलद्रव्य		च्या मधील एकुण मुलद्रव्य			
		पासुन	पर्यंत	s-ब्लाक	p-ब्लाक	d-ब्लाक	f-ब्लाक
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

8. मुलद्रव्याचा वर्गीकरणाचा नियम अणु वस्तुमानापासुन अणु क्रमांकाकडे का बदलते? (AS1)
 9. आवर्त गुणधर्म म्हणजे काय? खालील गुणधर्म आवर्त कालात आणि गटात कशा प्रकारे बदलतात?
 स्पष्टीकरण द्या? (AS1)
 (a) अणुत्रिज्या (b) आयनीभवन शक्ती (c) इलेक्ट्रान आकर्षण (d) विद्युत ऋणता.
 (b) खालील मुलद्रव्याच्या समुहातील आयनीभवन शक्तीच्या क्रमाचे स्पष्टीकरण लिहा.
 a) Na, Al, Cl b) Li, Be, B c) C, N, O d) F, Ne, Na e) Be, Mg, Ca. (AS1)

संकल्पनेचे उपयोजन

- खाली A, B, C, D मुलद्रव्याचे इलेक्ट्रान संरूपण दिले आहे. (AS1)
 - $A: 1s^2$
 - $B: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
 - $C: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$
 - $D: 1s^2 2s^2 2p^6$
 - सारख्या आवर्त कालात येणारी मुलद्रव्य कोणती ?
 - सारख्या गटात येणारे मुलद्रव्य कोणते आहेत ?
 - कोणते मुलद्रव्य निश्क्रिय वायु आहेत ?
 - Cमधील मुलद्रव्य कोणत्या गटाशी आणि आवर्त कालाशी संबंधीत आहे ?
- a. खालील दिलेल्या सारणीतील प्रत्येक मुलद्रव्याची इलेक्ट्रान संयुजा संख्या गटसंख्या आणि आवर्त काल संख्या लिहा ? (AS1)

मुलद्रव्य	इलेक्ट्रान संयुजा	गट संख्या	आवर्त काल संख्या
सल्फर			
आक्सीजन			
मॅग्नेशियम			
हायड्रोजन			
फ्लोरीन			
आल्युमिनीयम			

- खालील मुलद्रव्ये गट (G), आवर्त काल (P) शी संबंधीतीत आहे किंवा गट आणि आवर्त काल (N) शी संबंधीत नाही ते सांगा ? (AS1)

मुलद्रव्य	G/P/N
Li,C,O	
Mg, Ca, Ba	
Br, Cl, F	
C,S, Br	
Al, Si, Cl	
Li, Na, k	
C,N,O	
K, Ca, Br.	

- साधारणता: गटातील मुलद्रव्ये सारख्या गुणधर्मचे असतात. परंतु आवर्तकाला वरील मुलद्रव्ये भिन्न गुणधर्मचे असतात. या कथनाला तुम्ही कसे स्पष्ट कराल ?(AS1)
- 18 व्या गटातील मुलद्रव्ये सोडुन s - ब्लाक आणि p - ब्लाकचे मुलद्रव्य निसर्गात विपुल प्रमाणात उपलब्ध असल्यामुळे कधी कधी त्यांना मुलद्रव्याचा प्रतिनिधी म्हणतात. हे बरोबर आहे का ? कारण ?(AS1)
- X, Y आणि Z मुलद्रव्याचे इलेक्ट्रान संरूपण खाली दिलेले आहे ?
 - $X = 2$
 - $Y = 2, 6$
 - $Z = 2, 8, 2$
 - दुसऱ्या आवर्त कालातील मुलद्रव्य कोणता आहे ?
 - दुसऱ्या गटातील मुलद्रव्य कोणता आहे ?
 - 18 व्या गटातील मुलद्रव्य कोणता आहे ?

6. खालील जोडीपैकी मोठी अणुत्रिज्या असलेला मुलद्रव्य ओळखूण त्या समोर (✓) चिन्हांची खुण करा ? (AS1)
 - (i) Mg or Ca
 - (ii) Li or Cs
 - (iii) N or P
 - (iv) B or Al
7. खालील जोडीपैकी कोणत्या जोडीची आयनीभवन शक्ती कमी आहे त्यास (✓) चिन्हाने खुण करा ? (AS1)
 - (i) Mg or Na
 - (ii) Li or O
 - (iii) Br or F
 - (iv) K or Br
8. खालील संदर्भात धातुचे गुणधर्म कसे बदलतात ?
 - i. आवर्त कालात खाली गेल्यास
 - ii. आवर्त कालात डावीकडुन उजवीकडे गेल्यास
9. Mg, सारखे रासायनिक गुणधर्म असलेल्या दोन मुलद्रव्याची नावे द्या. कोणत्या अंशाच्या आधारे तुम्ही निवड केली ? (AS2)
10. भाकीत केलेल्या अणुक्रमांकाच्या आधारे 9,37,46 आणि 64 अणुक्रमांक असलेले मुलद्रव्य कोणत्या ब्लाकशी संबंधीत आहे ? (AS2)
11. आवर्त सारणीचा उपयोग करून 13 व्या गटातील X मुलद्रव्य आणि 16 व्या गटातील Y मुलद्रव्यामधून तयार होणाऱ्या संयुगाचे भाकीत सुत्र लिहा ? (AS2)
12. X नावाचे मुलद्रव्य सारणीत तिसऱ्या आवर्तकालाशी आणि दुसऱ्या गटाशी संबंधीत आहे.
 - (a) एकूण व्हॅलेंशी इलेक्ट्रान (b) संयुजा (c) धातु किंवा अधातु आहे. (AS2)
13. एका मुलद्रव्याचा अणुक्रमांक 19 आहे. तर मुलद्रव आवर्त सारणीत कुठे असु शकते आणि का असतो ? (AS2)
14. आवर्त सारणीच्या वर्गीकरणात मुलद्रव्याच्या अणुच्या इलेक्ट्रान संरूपणाच्या भुमिकेची तुम्ही कशी प्रंशसा कराल ? (AS6)
15. मुलद्रव्याच्या अणुचे इलेक्ट्रान संरूपण माहित नसतांना मेंडलिफने आधुनिक आवर्त सारणीच्या मांडणी सारखी मुलद्रव्याची मांडणी केली. तुम्ही त्यांच्या कायचि कौतुक कसे कराल ? (AS 6)
16. आवर्त सारणीत हायट्रोजनच्या स्थानाविषयी तुम्ही टिप्पणी लिहा ? (AS7)

उच्च विचार सरणीचे प्रश्न

1. आवर्त सारणीतील मुलद्रव्याच्या स्थानाच्या मदतीने रासायनिक गुणधर्मचे भाकीत करण्यासाठी कशा प्रकारे मदत होते ? उदाहरण देऊन स्पष्ट करा ? (AS7)
2. आवर्त सारणीत दुसऱ्या आवर्त कालातील X नावाचा मुलद्रव्य Y मुलद्रव्याच्या उजव्या बाजुला आहे. तर यातील कोणत्या मुलद्रव्यात खालील गुणधर्म असतात.
 - (i) अल्प केंद्रकीय प्रभार
 - (ii) लहान अणु आकार
 - (iii) जास्त आयनीभवन शक्ती
 - (iv) जास्त विद्युत ऋणता
 - (v) अधीक धातुची वैशिष्ट्ये(AS1)

पर्यायी प्रश्नाचे उत्तर निवडा

1. आवर्त सारणीच्या विस्तृत रूपातील दुसऱ्या गटातील मुलद्रव्याची संख्या []
 - a) 2
 - b) 8
 - c) 18
 - d) 32
2. आर्वन सारणीत V व्या गटातील मुलद्रव्य नायट्रोजन ($Z = 7$) आहे. त्या गटात याच्यावर येणाऱ्या मुलद्रव्याचा अणुक्रमांक []
 - a) 9
 - b) 14
 - c) 15
 - d) 17

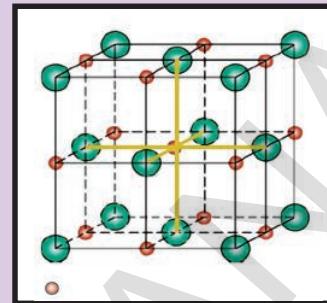
3. २, ८, ७ इलेक्ट्रान संरूपण मुलद्रव्याचे खालील पैकी कोणत्या एका मुलद्रव्याशी रासायनिक सम्य आहे ? []
- a) नायट्रोजन ($Z=7$) b) फ्लोरीन ($Z=9$) c) फास्फारस($Z=15$) d) आर्गन($Z=18$)
4. खालील पैकी कोणता धातु अधिक क्रियाशिल आहे ? []
- a) लिथीयम b) सोडीयम c) पोटॅशिमय d) रूबिडीयम

सुचवलेले प्रयोग

1. अल्युनिमीयम खोलीच्या तापमानावर पाण्याशी क्रिया घडुन येत नाही. परंतु सौम्य HCl आणि $NaOH$ द्रावणाशी क्रिया घडते. या विधानाची प्रयोगाब्दारे तपासणी करा. तुमच्या निरिक्षणाला रासायनिक समीकरणात लिहा. वरील निरिक्षणा वरून Al हा धातु सदृश्य आहे असा निष्कर्ष काढु शकतो का ?(AS3)

सुचवलेले प्रकल्प

1. VIII A गटाच्या मुलद्रव्याची अभिक्रियाशिलते बद्दल अंतरजाळा मधुन माहिती गोळा करा. किंवा तुमच्या शाळेतच्या ग्रंथालयातुन गोळा करून त्यांच्या विशेष गुणधर्मानुसार आवर्त सारणीतील इतर मुलद्रव्याच्या तुलनेत एक रिपोर्ट तयार करा ?(AS4)
2. IA गटाशी संबंधीत मुलद्रव्याचे गुणधर्म त्या गटात वरून खाली येंताना वाढते. या अंशावर जोर देण्यासाठी त्या संबंधीत उपयुक्त माहिती गोळा करून एक अहवाल तयार करा ?(AS4)



रासायनिक बंध (Chemical Bonding)

मागील धड्यात तुम्ही मुलद्रव्यांचे इलेक्ट्रान संरूपण आणि आवर्त सारणीविषयी शिकलात. आतापर्यंत 115 मुलद्रव्याबद्दल शिकलो.

- ती मुलद्रव्ये कोणत्या स्थितीत असतात ?
 - ती मुलद्रव्ये अलग अलग असतात का समुहात (गटात) असतात. ?
- 9 व्या वर्गात आपण पाहिले की, आक्सीजन, नायट्रोजन आणि हायड्रोजन सारखी मुलद्रव्ये व्हिअणु रेणु सारखी असतात. या अणु घटकांना रेणुत एकत्रित आणणारे बल कोणते आहे.
- अणुच्या रूपात असणारी मुलद्रव्ये आहेत का ?
 - काही मुलद्रव्ये रेणु सारखी असतात आणि काही मुलद्रव्ये अणुसारखी का असतात ?
- मागील वर्गात तुम्ही विविध रासायनिक नियमा बद्दला शिकलात. अनेक मुलद्रव्याचे अणु विविध प्रकारच्या मुलद्रव्याच्या संयोगाने रासायनिक संयुगे तयार होतात या विषयामुळे अनेक प्रकारचे प्रश्न उद्भवतात.
- काही मुलद्रव्ये आणि संयुगे जोरात अभिक्रिया का करतात आणि काही निश्क्रिय का असतात ?
 - पाणी H_2O आणि सोडीयम क्लोराईडला रासायनिक सुत्र असते. परंतु $NaCl$ आणि HO_2 आणि $NaCl_2$ ला का नसते ?
 - काही मुलद्रव्ये संयोग पावतात पण काही मुलद्रव्य का संयोग का पावत नाही. अशा प्रश्नाची उत्तरे आपण देण्याचा प्रयत्न करु या.
 - मुलद्रव्ये आणि संयुगे सहजरितीने वेगवेगळ्या अणुंनी वैयक्तिक पणे मांडुन तयार होतात का ?
 - अणुमध्ये कोणतेही आकर्षण असते का ?

चला मिठाचे $NaCl$ उदाहरण घेऊ या. जेव्हा तुम्ही मिठाला शेकींग मशीन व्दारे हालविल्यास सोडीयम आणि क्लोरीन वेगळे होतात का ? नाही, यावरुन दिसुन येते कि सोडीयम आणि क्लोरीनचे अणु एकत्र धरून ठेवतात.

- त्यांना एकत्र धरून ठेवणारे काय आहे ?

19 व्या शतकाच्या शेवटी आणि 20 व्या शतकाच्या सुरुवातीला शास्त्रज्ञांनी तिन प्रकारच्या बलाची माहिती घेतली. ते बल म्हणजे गुरुत्वाकार्षण, चुंबकीय बल आणि विद्युत स्थितीक बल आहे. त्यानी इलेक्ट्रानस आणि प्रोटान्सच्या अस्तीत्वाची सुधा माहिती घेतली. विद्युत स्थितीक बल हे रेणुतील अणुमधील आकर्षण बलासाठी कारणीभूत आहे. असा त्यांना विश्वास वाटला. जेव्हा दोन अणु पुरेसे जवळ येतात तेव्हा अणुचे प्रत्येक इलेक्ट्रान्स इतर अणुच्या केंद्रकाच्या आकर्षण बलाचा अनुभव करतात. परंतु ऋण प्रभारीत इलेक्ट्रान एकमेकांपासुन दुर जातात, त्याच प्रमाणे धन प्रभारीत केंद्रके सुधा एकमेकांशी प्रतिकर्षण करतात. आकर्षण किंवा प्रतिकर्षणाची शक्ती बंध तयार करण्याचा निश्चय करतात. जेव्हा आकर्षण प्रतिकर्षणापेक्षा जास्त असते तेव्हा अणु संयोग पावत नाही. जेव्हा अणु एकत्र येतात, तेव्हा आंतरीक कक्षेतील केंद्रक आणि इलेक्ट्रान्स वर कोणताही प्रभाव पडत नाही. परंतु अणुच्या बाह्य कक्षेतील इलेक्ट्रान्स(बाह्य कक्षा) वर प्रभाव पडतो.

(?) आपणास माहित आहे का?

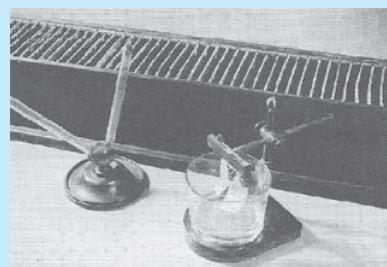


A Votac pile

या प्रयोगाब्दारे संयुगातील धातुचा भाग ऋण अग्राकडे आणि अधातुचा भाग धन अग्राकडे जाताना पाहिले. या आधाराने धन प्रभारीत कणासाठी धातु कारणीभूत असुन ऋण प्रभारीत कणासाठी अधातु कारणीभूत असते याचे प्रतिपादन केले. संयुगामध्ये विद्युत स्थीती बलामुळे विरुद्ध प्रभार असलेले कण एकत्र येतात. या स्पष्टीकरणाशी तुम्ही सहमत आहे का? कारण? या स्पष्टीकरणा दरम्यान NaCl , KCl इत्यादी मधील बंधाविषयी स्पष्टीकरण देऊ शकता का? कार्बन संयुगे किंवा मुलद्रव्याच्या विदिअणु - रेणुतील बंधाचे स्पष्टीकरण देता येत नाही.

डेवीचा प्रयोग (Davy's experiment)

लंडन मधील रॉयल इन्स्टीयुट मधील रसानशास्त्रज्ञ हंप्री डेवी (Humphry Davy 1778-1819)यांनी 250 धातुच्या चकत्यांनी विद्युत घटाची (बॅटरी) रचना केली. 1807 मध्ये या बॅटरीतुन उत्पन्न झालेल्या विद्युतचा वापर करून क्षाराच्या द्रावणापासुन विद्युत विघटनाने पोटेंशियम आणि सोडीयम सारखे अधिक क्रियाशिल धातु तयार करण्यात आले.



डेविव्हारे प्रयोगाचे मांडणी

अणुतील बंध तयार होण्यासाठी शेवटच्या कक्षेतील इलेक्ट्रान्स कारणीभुत ठरतात.

मागील धड्यात तुम्ही उष्मादायी अभिक्रिया आणि उष्माग्राही अभिक्रिये बद्दल अभ्यास केला. आवर्त सारणीतील मुलद्रव्यांच्या क्रियाशिलते विषयी सुध्दा तुम्ही अभ्यास केला.

कही मुलद्रव्य जास्त क्रियाशिल आणि काही कमी क्रियाशिल असतात.

- काही निश्चित रासायनिक अभिक्रियेत उर्जा का शोषल्या जाते आणि काहीत उर्जा का सोडल्या जाते?
- शोषलेली उर्जा कुठे जाते?
- अणुमधील बंध तयारीत आणि उर्जेत काही संबंध आहे का?
- मुलद्रव्याच्या क्रियाशिलतेमध्ये फरक येण्याचे कारण काय असेल?

लेविसचे चिन्ह किंवा टिंबाची संरचना Lewis symbols (or) Lewis dot structures:

इलेक्ट्रान संरूपनाच्या आधारे आवर्त सारणीचे वर्गीकरण आणि मुलद्रव्याच्या मांडणीमुळे रसानिक बंधाच्या नविन विचाराची मांडणी झाली.

निश्क्रिय वायुच्या शोधाने आणि त्यांच्या इलेक्ट्रान संरूपनाच्या माहितीवरून मुलद्रव्याच्या अणुत तयार होणाऱ्या रासायनिक बंधाचे स्पष्टीकरण करण्यास मदत मिळते. शुन्य गटाशी संबंधीत निश्क्रिय वायु इतर मुलद्रव्याच्या तुलनेत विभिन्न गुणधर्मचे असतात. हे वायु खुप कमी क्रियाशिल किंवा कमी रासायनिक बदल किंवा कोणत्याही प्रकारचे रासायनिक बदल घडुन येत नाही. ते स्थिर असुन ते स्वताशी किंवा इतर मुलद्रव्याच्या अणुशी संयोग पावुन कसलेली रेणु तयार करत नाही.

- या मागील कारण काय आहे?

चला माहिती घेऊ या.

मागील धड्यातील आवर्त सारणीचे निरिक्षण करून खालील तत्त्वा भरा.

तत्त्वा-1

मुलद्रव्य	Z	इलेक्ट्रान संरूपन				वॉलेन्सी इलेक्ट्रान्स (मुक्त इलेक्ट्रान)
		K	L	M	N	
हिलीयम (He)	2	2				2
नियोन (Ne)	10	2	8			8
आर्गान (Ar)	18	2	8	8		8
क्रिप्टान (Kr)	36	2	8	18	8	8

दुसऱ्या आणि तिसऱ्या स्तंभाकडे पाहा. हिलीयमला (Helium (He) सोडुन सर्व निक्रिय वायुच्या बाह्य कक्षेत आठ इलेक्ट्रान्स आहेत. हे स्पष्ट दिसून यते.

18 व्या गटातील मुलद्रव्याच्या अणुच्या विविध कक्षेतील इलेक्ट्रानची मांडणी तत्त्वातील मध्ये दाखविली आहे. मुलद्रव्याच्या अणुतील वॅलन्सी इलेक्ट्रानचे लेविस चिन्ह किंवा इलेक्ट्रान बिंदु संरचनेव्दारे संक्षिप्त रूपात काळजीपुर्वक वर्णन केले आहे. अणुच्या आतील कक्षेतील इलेक्ट्रानला आणि केंद्रकास मुलद्रव्याच्या चिन्हात आणि बाहेरील कक्षेतील इलेक्ट्रान्सला टिंबाने किंवा X चिन्हाने दर्शवु शकतो.

ते कसे पाहू या ? आगर्ना आणि सोडीयम (argon and sodium) अणुची लेविस बिंदु संरचना खाली लिहिलेली आहे.

चला आगर्ना पासुन सुरुवात करू. याच्या अणुत आठ संयुजा इलेक्ट्रान्स असतात. प्रथम आगर्ना मुलद्रव्याची संज्ञा लिहा. Ar
संज्ञेच्या भोवताली मुक्त इलेक्ट्रान ठेवा. मुलद्रव्याच्या चारही बाजुला एकाच वेळी दोन टिंब ठेवा.

अशा प्रकारे येते.



अशारीतीने सोडीयम मधील मुक्त इलेक्ट्रान एका आहेत आणि त्यांची संज्ञा Naआहे. आपण येथे इलेक्ट्रान्स साठी क्रास चिन्ह (x) चा वापर करू शकतो.



निश्चिय वायु (राजवायु) च्या अणुची लेविस बिंदु रचना खाली दिलेल्या आहेत.

He	:Kr:	:Ne:
:Xe:	:Ar:	:Rn:

कृती 1

खाली दिलेल्या तक्त्यातील मुलद्रव्यासाठी लेविसची संरचना लिहा. आणि आवर्त सारणीचे निरिक्षण करून मुलद्रव्याचा अणुक्रमांक भरा.

तत्त्व – 2:

मुलद्रव्य	हायझोजन	हिलीयम	बेरीलीयम	बोरॉन	कार्बन	नायट्रोजन	आक्सीजन
गट संख्या	1						
मुक्त	1						
इलेक्ट्रान							
लेविसची टिंब H [•]							
संरचना							

आवर्त सारणीकडे पाहा. मुक्त इलेक्ट्रान्सच्या संख्येत आणि गट संख्येस काही संबंध तुम्हाला दिसुन येतो का? गट -1 -2 आणि 13-18 साठी मुक्त इलेक्ट्रान्सची संख्या काढण्यासाठी आपण आवर्त सारणीचा उपयोग करू शकतो. गट 1 मध्ये बाह्य कक्षेत एक इलेक्ट्रान असतो गट -2 मध्ये 2 आणि गट 13 मध्ये तीन इलेक्ट्रान्स असतात.

- निश्क्रिय वायुच्या लेविस टिंब संरचनेत आणि तत्का-1 मध्ये दाखविलेल्या या मुलद्रव्याच्या अणुच्या इलेक्ट्रान संरूपणावरून तुमच्या लक्षात काय येते?

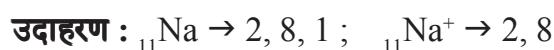
रासायनिक गुणधर्मात भाग घेणाऱ्या मुलद्रव्यांना अष्टके किंवा $ns^2 np^6$ संरूपण येते. हे संरूपन निश्क्रिय वायु च्या समान असल्याचे आढळून येते. अष्टके संरूपण हे सामान्य करण्च आहे. परंतु तो नियम नाही. कारण या नियमाला काही सिमा आहेत.

लेविस आणि कोसलेचा वॅलेन्सी इलेक्ट्रान सिधंत

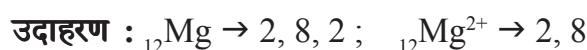
अणुमधील रासायनिक बंधाची तयारी इलेक्ट्रानच्या भाषेत स्पष्ट करण्याचा कित्येकदा प्रयत्न केला. परंतु या संकल्पनेचे सामाधान कारक स्पष्टीकरण कोसले आणि लेविस (Kossel and Lewis in 1916) मध्ये दिले. त्यांनी या संकल्पनेला स्वंत्रपणे वर्णन केले. त्यांच्या सिधंताचा मुळ आधार इलेक्ट्रानला असुन या आधाराने संयुजाची व्याख्या करणे आणि निश्क्रिय वायुच्या रासायनिक क्रियाशिलतेच्या कमतरतेच्या आधारे संयुजाचे तार्कीक स्पष्टीकरण दिले. यावरून अष्टक नियमाचा पाया रचला. मुलद्रव्याच्या अणुचे प्रत्यक्ष वागणुकीचे निरिक्षण करा. (गट IA, IIA, IIIA, IVA, VA, VIA, VIIA आणि शुन्य किंवा VIIIA मुलद्रव्य) जेव्हा ते रासायनिक अभिक्रियेत भाग घेतात. तेव्हा बाह्य कक्षेतील मुलद्रव्याचे अष्टक, इलेक्ट्रान संरूपण मिळविण्याचा प्रयत्न करते.

खालील उदाहरणाबद्दारे या बद्दल माहिती समजुन घेऊ.

IA गट मुलद्रव्य (Li पासुन Cs पर्यंत) त्याचे अणु बाह्य कक्षेपासुन एक इलेक्ट्रान गमावुन त्या समान एकमात्र धनात्मक आयन तयार झाल्याने त्याच्या बाहेरील कक्षेत अष्टक येतात.



IIA गटाचे मुलद्रव्य (Mg पासुन Ba पर्यंत) त्यांच्या अणुपासुन रासायनिक क्रिया घडतांना दोन मुक्त इलेक्ट्रान सोडतात आणि बाहेरील कक्षेत अष्टकाच्या रूपात विधनात्मक आयन तयार करतात.



III A गटा मधील मुलद्रव्य त्याच्या अणुपासुन तीन मुक्त इलेक्ट्रान सोडतात आणि बाहेरील कक्षेत अष्टकाच्या रूपात त्रिधनात्मक आयन तयार करतात.

उदाहरण: $^{13}\text{Al} \rightarrow 2, 8, 3$; $^{13}\text{Al}^{3+} \rightarrow 2, 8$

VIA गटातील मुलद्रव्ये रासायनिक बदलाच्या दरम्यान त्यांच्या अणुपासुन देण इलेक्ट्रान्स ग्रहण करतात आणि त्या संबंधी विक्रिणात्मक ऋण आयन तयार होऊन बाहेरील कक्षीकेत अष्टक तयार होते.

उदाहरण : $^8\text{O} \rightarrow 2, 6$; $^8\text{O}^{2-} \rightarrow 2, 8$

VIIA गटातील मुलद्रव्ये रासायनिक बलदाच्या दरम्यान त्यांच्या अणु पासुन एक इलेक्ट्रान ग्रहन करून त्या समान एकमात्र ऋण आयन तयार होऊन त्यांच्या बाह्य कक्षीकेत अष्टक येते.

उदाहरण : $^9\text{F} \rightarrow 2, 7$; $^9\text{F}^- \rightarrow 2, 8$

VIIIA गटातील मुलद्रव्ये साधारणतः इलेक्ट्रान गमावणे किंवा ग्रहन करण्याचा प्रयत्न करीत नाही. साधारणतः हिलीयम आणि नियान रासायनिक बदलात भाग घेत नाही. VIIIA गटाचे इतर मुलद्रव्ये सुध्दा त्यांच्या अणुपासुन इलेक्ट्रान ग्रहन करणे किंवा इलेक्ट्रान गमावत नाही. जेव्हा ते खुप कमी रासायनिक बदलात भाग घेतात.

उदाहरण: $^{10}\text{Ne} \rightarrow 2, 8$ न्युयॉन अणुपासुन कोणताही इलेक्ट्रान ग्रहण किंवा गमावल्या जात नाही.

ग्रहण इलेक्ट्रान			इलेक्ट्रान गमावते					
आयन वरील निवळ प्रभार	-3	-2	-1	जादुचे अष्टके	+1	+2	+3	
	V	VI	VII	Ne	Na	Mg	Al	
	N	O	F	Ar	K	Ca	Ga	
	P	S	Cl	Kr	Rb	Sr	In	
	As	Se	Br	Xe	Cs	Ba	Tl	
	Sb	Te	I	Ra	Fr	Ra		
	Bi	Po	At					
अधातु			निश्क्रिय वायु (राजवायु)			धातु		

- मुख्य गटाविषयी वरील निश्कर्षवरून तुमच्या लक्षात काय आले?
- मुलद्रव्याचे अणु संयोग पाऊन रेणु तयार करण्याचा प्रयत्न का करतात?

VIIIA गटातील राजवायु (निश्क्रिय वायु) च्या अणुच्या बाहेरील कक्षीकेत आठ इलेक्ट्रान्स असतात. हिलीयम हा अपवाद आहे. याच्या अणुत फक्त दोनच इलेक्ट्रान असतात. परंतु त्याचा कक्ष पुर्णपणे भरलेला असतो. निश्क्रिय वायुच्या अणुतील शेवटच्या कक्षेत आठ इलेक्ट्रान्स आहेत. ते अधिक स्थिर आणि रासायनिक बदलात कमी भाग घेणारे आहेत. म्हणुन कोणत्याही अणुच्या बाह्य कक्षेत आठ इलेक्ट्रान्स असत्यास स्थिर असतात.

- रासायनिक अभिक्रिये दरम्यान IA ते VIIA गटातील मुलद्रव्य त्याच्या आयन रूपात असतांना त्यांच्या शेवटच्या कक्षेत निश्क्रिय वायु सारखे 8 इलेक्ट्रान्स असने अनपेक्षीत आहे का?

नाही, ते अनपेक्षीत नाही. कारण बाह्य कक्षेतील आठ आयन निश्चितपणे त्या आयनला किंवा अणुला स्थिरत्व देते. वरील निरिक्षणाच्या आधारे अष्टक नियमाची कल्पना तयार झाली.

अष्टक नियम (*Octet rule*)

मुलद्रव्याचे अणु रासायनिक बदलात भाग घेऊन त्यांच्या अणु पासुन बाह्य कक्षेत आठ इलेक्ट्रान सोडतात याला अष्टक नियम असे म्हणतात.

लेविसने अणुला धन प्रभार असलेले कर्नेल (kernel) (आतील कक्षेतील इलेक्ट्रान असलेले केंद्रक) आणि जास्तीत जास्त आठ इलेक्ट्रान भरू शकणाऱ्या बाह्य कक्षेचे कल्पना चित्र दाखविण्याचा प्रयत्न केला.

रासायनिक क्रियाशिल असलेल्या मुलद्रव्याच्या अणुत बाह्य कक्षेत आठ इलेक्ट्रान नसतात. ते अष्टक प्राप्त करण्यासाठी त्याच्या मुलद्रव्याच्या अणुशी दुसऱ्या मुलद्रव्याच्या अणुशी संयोग पावणाऱ्या प्रयत्नामुळे त्यास ही क्रियाशिलता संक्रमीत होते.

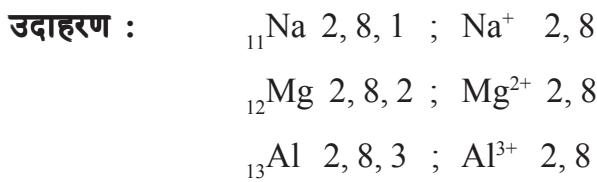
कोणत्याही दोन अणु किंवा अणुच्या गटामधील कार्यरत बलामुळे येणाऱ्या स्थिर अस्तीत्वाला रासायनिक बंध म्हणतात. रासायनिक बंध अनेक प्रकारचे आहेत. येथे आपण फक्त आयनीक बंध आणि सहसंयुज बंध (*ionic bond and covalent bond*) याबद्दल चर्चा करणार आहेत.

आयनिक आणि सहसंयुज बंध (*Ionic and Covalent bonds*)

A. आयनिक बंध (*Ionic bond*)

कोसले नी खालील अंशाच्या आधारे आयनिक बंधाचे (विद्युत स्थिरीक बंध) प्रतिपादन केले.

- एका मुलद्रव्याच्या अणुतील इलेक्ट्रान दुसऱ्या मुलद्रव्याच्या अणुत रूपांतरीत झाल्यामुळे दोन भिन्न मुलद्रव्याच्या अणुमध्ये आयनिक बंध तयार होते.
- आवर्त सारणीत डाव्या आणि उजव्या बाजुला अनुक्रमे अल्कली धातु सारखे (IA) अधिक क्रियाशिल धातु आणि हालोजन सारखे (halogens (VIIA) अधिक क्रियाशिल अधातु असतात.
- हिलीयमला सोडुन सर्व निश्क्रिय वायुच्या अणुच्या शेवटच्या कक्षेत आठ इलेक्ट्रान्स असतात. ते रासायनिक पणे क्रियाशिल आणि स्थिर नसतात.
- बाह्यकक्षेत एक, दोन, किंवा तीन इलेक्ट्रान्स असणारे धातुचे अणु त्यांच्या शेवटच्या कक्षेत आठ इलेक्ट्रान मिळवुन निष्क्रीय वायु समान संरूपन मिळविण्यासाठी त्या इलेक्ट्रानला गमावुन धनात्मक आयन तयार होतात. यालाच धन प्रभारीत आयन (*cations*) म्हणतात.

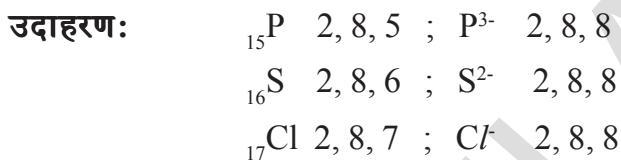


(?) आपणास माहित आहे काय ?

एका धातुच्या अणुतुन गमावलेल्या इलेक्ट्रानची संख्या ही मुलद्रव्याची संयुजा आहे. आणि ही गट संख्येला समान असते.

उदा. Na आणि Mg ची संयुजा अनुक्रमे 1आणि 2 आहे.

- v. 5,6 किंवा 7 मुक्त इलेक्ट्रान असलेले अधातु त्याच्या बाह्य कक्षेत आठ इलेक्ट्रान प्राप्त करण्यासाठी अनुक्रमे 3,2 किंवा 1 इलेक्ट्रान प्राप्त करून ऋणात्मक आयन तयार करतात यालाच धन प्रभारीत आयन (*anions.*) म्हणतात.



(?) आपणास माहित आहे काय ?

अधातुने त्याच्या अणुसाठी प्राप्त केलेल्या इलेक्ट्रानची संख्या त्यांची संयुजा होते. ही गटसंख्येला सुध्दा समान असते. (8 – 7 गट संख्या)

उदा. क्लोरीनची संयुजा (8 – 7) = 1 आहे.

vi. आयनीक बंध तयार होणे (Formation of ionic bond)

धातुच्या अणुपासुन अधातुकडे स्थानांतर झालेल्या इलेक्ट्रान मुळे धनात्मक आयन(धनप्रभारीत आयन) आणि ऋणात्मक आयन (ऋण प्रभारीत आयन) तयार होऊन विद्युत स्थितीक बलाचा अनुभव करतात आणि मिळालेल्या आकर्षणाने रासायनिक बंध तयार होतात. हा बंध प्रभारतीत कणामध्ये असल्यामुळे आयन बनतात. यालाच आयनिक बंध असे म्हणतात. कधी कधी विद्युत स्थितीक बलाच्या आधारे या बंधास विद्युत स्थितीक बंध सुध्दा म्हणतात. संयुजाची संकल्पना इलेक्ट्रानच्या रूपात स्पष्ट केल्यामुळे त्यास विद्युत संयुजा बंध सुध्दा म्हणतात.

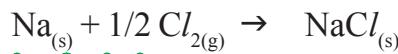
अशातच्छेने आयनिक बंधास खालील प्रमाणे व्याख्या करता येते.

विद्युत स्थितीक आकर्षण बलाव्दारे (इलेक्ट्रानच्या स्थानांतरामुळे धातुचे अणु आणि अधातु अणु पासुन तयार झालेले धन प्रभारीत आयन आणि ऋण प्रभारीत आयन) एकत्र ठेवुन विद्युत नविन विद्युतीय उदासिन संयुगे तयार होतात त्यास आयनिक बंध म्हणतात.

- लेविसच्या इलेक्ट्रान टिंब संजोव्दारे (सुत्र) NaCl , MgCl_2 , Na_2O आणि AlF_3 आयनिक संयुगे तयारीचे स्पष्टीकरण द्या ?

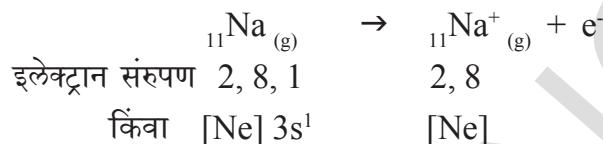
उदा-1. सोडीयम क्लोराईड तयार करणे Formation of sodium chloride (NaCl):

सोडीयम क्लोराईड हे सोडीयम आणि क्लोरीन पासून तयार होते त्याचे स्पष्टीकरण खालील प्रमाणे आहे.



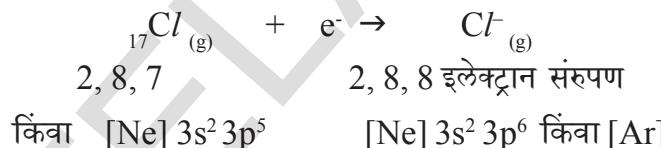
धनप्रभारीत आयनची निर्माती (Cation formation)

जेव्हा सोडीयम (Na) चा अणु अष्टक इलेक्ट्रान संरूपण येण्यासाठी एक इलेक्ट्रान सोडतो तेव्हा धन प्रभारीत आयन (Na^+) तयार होतो आणि नियान अणुचे (Neon (Ne)) इलेक्ट्रान संरूपण येते.



ऋण प्रभारीत आयनची निर्माती (Anion formation)

क्लोरीनच्या शेवटच्या कक्षेत अष्टक येण्यासाठी क्लोरीन मध्ये एका इलेक्ट्रानची जागा असते. म्हणुण ते Na अणु पासून एक इलेक्ट्रान प्राप्त करून ऋणप्रभारीत आयन निर्माण करते आणि आर्गान (Ar) अणुचे इलेक्ट्रान संरूपण येते.



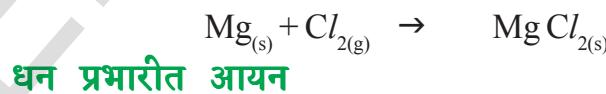
आयना पासून NaCl संयुगाची निर्माती

‘Na’ आणि ‘Cl’ अणु मधील इलेक्ट्रानच्या स्थानातरामुळे ‘ Na^+ ’ आणि ‘ Cl^- ’ आयन तयार होतात. विरुद्ध प्रभार असलेले हे आयन विद्युत स्थितीक बलामुळे एकमेकांकडे आकर्षील्या जाऊन सोडीयम क्लोराईड (NaCl) संयुग तयार होतो.

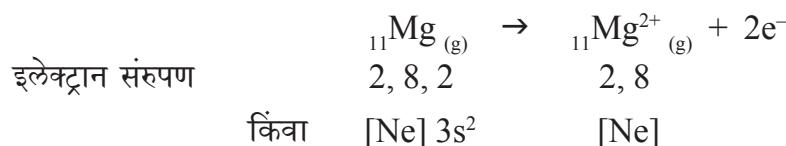


उदा -2. मँग्रेशियम क्लोराईडची (MgCl_2) निर्माती:

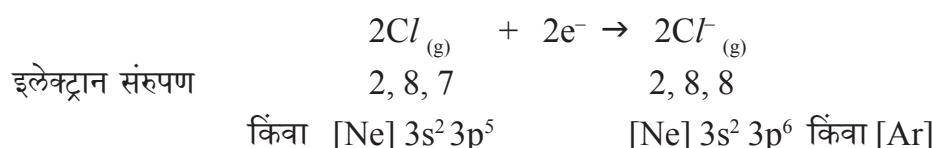
मँग्रेशियम आणि क्लोरीतन मुलद्रव्यापासून मँग्रेशियम क्लोराईड तयार होतो. MgCl_2 मधील बंध रासायनिक समीकरणाच्या मदतीने खालील प्रमाणे दर्शविता येते.



धन प्रभारीत आयन



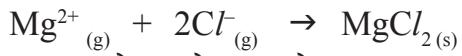
ऋण प्रभारीत आयन



आयनापासून $MgCl_2$ संयुगाची निर्माती

Mg^{2+} हे 'Ne' चे संरूपण मिळविते आणि

प्रत्येक Cl^- 'Ar' चे संरूपण मिळविते.

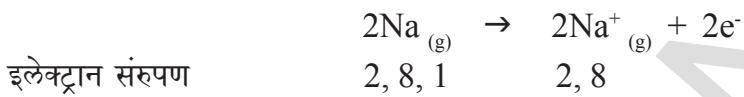


'Mg' चा एक अणु दोन इलेक्ट्रान सोडुन एक एक इलेक्ट्रान 'Cl' अणुशी जुळून Mg^{2+} आणि $2Cl^-$ एकमेकांशी आकर्षित होऊन $MgCl_2$ तयार होतो.

उदा-3. डाय सोडीयम मोनोक्साईडची (Na_2O)निर्माती:

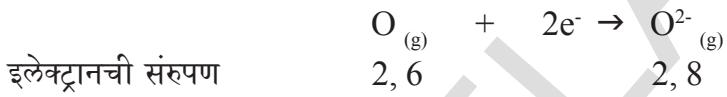
डी सोडीयम मोनोक्साईडची (Di sodium monoxide) निर्मातीचे स्पष्टीकरण खाली दिलेले आहे.

धन प्रभारीत आयनाची निर्माती (Na^+ निर्माण):



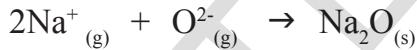
किंवा $[Ne] 3s^1 [Ne]$

ऋण प्रभारीत आयनाची निर्माती (O^{2-} , आक्साईडची तयारी):



किंवा $[Ne] 2s^2 2p^4 [He] 2s^2 2p^6$ or $[Ne]$

Na_2O संयुगाची तयारी त्याच्या आयनापासून खालील प्रमाणे दाखविलेली आहे.



'Na' अणुचे दोन इलेक्ट्रान आकसीजनच्या एक एक अणुशी एकत्र येऊन $2Na^+$ आणि O^{2-} तयार होते.

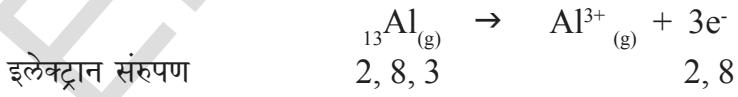
प्रत्येक Na^+ आयन 'Ne' चे संरूपण मिळविते आणि O^{2-} 'Ne' चे संरूपण प्राप्त होते.

हे आयन ($2Na^+$ आणि O^{2-}) एकमेकांकडे आकर्षण करून Na_2O तयार होते.

उदा-4. अल्युमिनीयम क्लोराईडची ($AlCl_3$)तयारी:

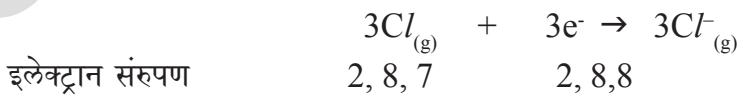
अल्युमिनीयम क्लोराईडची (Aluminium chloride) तयारी खालील प्रमाणे आहे.

अल्युमिनीयम क्लोराईडची (Al^{3+}) ची तयारी, धनप्रभारीत आयन



किंवा $[Ne] 3s^2 3p^1 [Ne]$

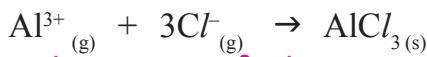
क्लोराईड आयनची (Cl^-) तयारी, ऋण प्रभारीत आयन



किंवा $[Ne] 3s^2 3p^5 [Ne] 3s^2 3p^6$ किंवा $[Ar]$

अल्युमिनीयम अणुचा प्रत्येक अणु तीन इलेक्ट्रान सोडतो आणि तीन क्लोरीनचे अणु ग्रहन करतो अशा प्रकारे प्रत्येकी एक इलेक्ट्रान ग्रहन करतो.

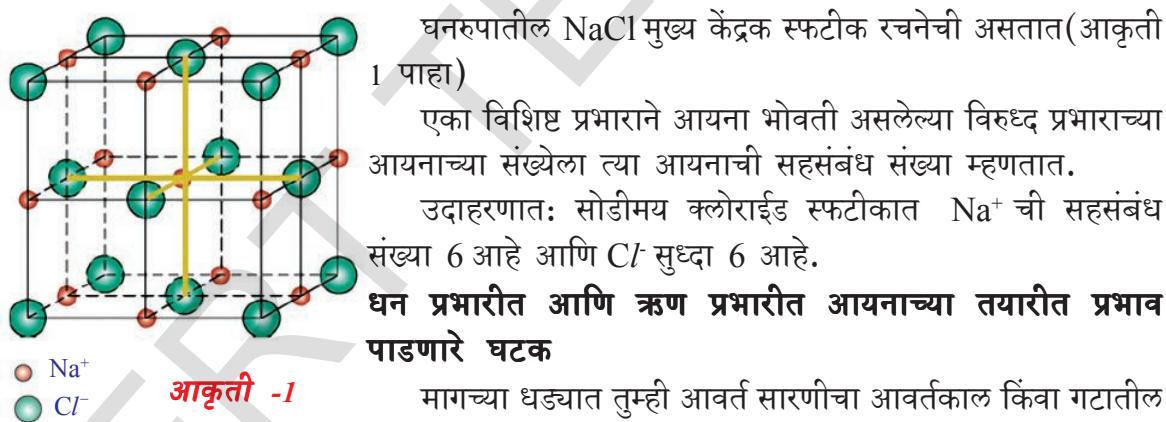
AlCl_3 संयुग त्याच्या घटक आयनापासून विद्युत स्थितीक बलाच्या आकर्षणामुळे तयार होते.



आयनिक संयुगात आयनची संरचना (The arrangement of ions in ionic compounds)

- आयनिक संयुगाचे धन प्रभारीत आयन व क्रणप्रभारीत आयन घन अवस्थेत कसे असतात?
- सोडीयम क्लोराईडच्या उदाहरण घेऊन स्पष्ट करा?
- सोडीयम क्लोराईड स्फटीकात Na^+ आणि Cl^- आयन जोडीत असतात असे तुम्हाला वाटते काय?

तुम्ही असा विचार केल्यास तो विचार चुकीचा आहे. विद्युत स्थितीक बल हे दिशाहीन असते याची आठवण ठेवा. म्हणुन एक Na^+ आयन एका Cl^- आयनाबद्दारे आकर्षिला जाणे शक्य नाही. त्याचप्रमणे एक Cl^- आणि एका Cl^- आयनाबद्दारे आकर्षिले जाणे सुधा शक्य नाही. एका विशिष्ट आयनचा आकार, आणि प्रभारावरून असंख्य विरुद्ध प्रभाराचे आयन त्याच्या कडे एका विशेष संख्येतच आकर्षिल्या जाते. सोडीयम क्लोराईड स्फटीकात प्रत्येक Na^+ आयनाच्या भोवती 6Cl^- आयन आणि प्रत्येक Cl^- च्या भोवती 6Na^+ आयन असतात. स्फटीक रूपातील आयनिक संयुगात विद्युत स्थितीक बलाच्या आकर्षणाबद्दारे धन प्रभारीत आयन अणि क्रण प्रभारीत आयनांना त्रिमीतीय निर्माणात एकत्र मांडल्या जाते. सोडीयम क्लोराईडची स्फटीकीय रचना खाली दिलेली आहे.



मागच्या धड्यात तुम्ही आवर्त सारणीचा आवर्तकाल किंवा गटातील मुलद्रव्याचे धातु किंवा अधातु वैशिष्टे बद्दल शिकलात. मुलद्रव्याच्या धातु आणि अधातु वैशिष्टे विषयी अंशाची आठवण करा.

साधारणत: धातुची मुलद्रव्ये त्याच्या बाह्य कक्षेतुन इलेक्ट्रानला गमावुन अष्टक संरूपण मिळविण्याचा प्रयत्न करतात. या गुणधर्माला धातु वैशिष्टे किंवा विद्युत घनता म्हणतात. अधिक विद्युत घनता असणारी मुलद्रव्ये धन प्रभारीत आयन निर्माण करतात. अशाप्रकारे आक्सीजन (${}_8\text{O}$), फ्लोरीन (${}_9\text{F}$) आणि क्लोरीन (${}_{17}\text{Cl}$) यासारखे अधातु इलेक्ट्रान्स ग्रहन करून निष्क्रिय वायुचे इलेक्ट्रान संरूपण प्राप्त करतात. या गुणधर्माला मुलद्रव्याचे अधातु वैशिष्टे किंवा विद्युत क्रणता (*non-metallic character or electronegativity of the element*) म्हणतात. आधिक विद्युत क्रणता असलेले मुलद्रव्य क्रण प्रभारीत आयन निर्माण करतात.

- वरील वर्णन केलेल्या अंशाचे कारण सांगु शकता का?

मुलद्रव्याच्या अणुमध्ये आयनिक बंध तयार होण्यासाठी त्याच्या विद्युत ऋणते मधील फरक 1.9 किंवा त्यापेक्षा जास्त असला पाहिजे.

आयनिक बंधाच्या तयारीत शेवटच्या कक्षेत अष्टक येण्यासाठी अणु इलेक्ट्रान सोडतात. किंवा ग्रहन करतात म्हणजे आयनिक बंधात अणुच्या संयोगात इलेक्ट्रान चे बदल घडून येते.

इलेक्ट्रान गमावण्याचा हा कल धन प्रभारीत आयनाची निर्माती आणि इलेक्ट्रान प्राप्तीमुळे ऋण प्रभारीत आयन निर्मातीसाठी खालील घटकावर निर्भर करते.

- अणुंचा आकार (Atomic size)
- आयनीभवन विभव (Ionisation potential)
- इलेक्ट्रान आकर्षण (Electron affinity)
- विद्युत ऋणता (Electronegativity)

कमी आयनीभवन शक्ती, कमी इलेक्ट्रान आकर्षण, मोठे अणु परिमाण आणि विद्युत ऋणता असलेल्या मुलद्रव्याचे अणु धन प्रभारीत आयन निर्माण करतात.

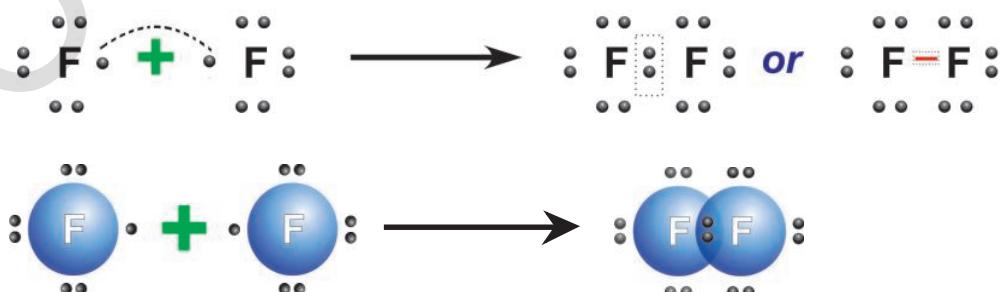
अधिक आयनीभवन विभव, अधिक इलेक्ट्रान आकर्षण, लहान अणुचा आकार आणि अधिक विद्युत ऋणता असलेल्या मुलद्रव्याचे अणु ऋण प्रभारीत आयन निर्माण करतात

B. सहसंयुज बंध (B. Covalent bond)

काही मुलद्रव्याचे अणु त्यामधील इलेक्ट्रानच्या बदलाशिवाय बाह्य कक्षेत अष्टके प्राप्त करतात असे प्रतिपादन लुईस (G.N. Lewis (1916) या शास्त्रज्ञांनी केले. एक किंवा त्यापेक्षा जास्त अणुशी मुक्त इलेक्ट्रानाची वाटणी करून ते त्यांच्या बाह्य कक्षेत अष्टक संरूपण प्राप्त करतात.

दोन अणु मध्ये वाटल्या गेलेले इलेक्ट्रान त्या दोन अणुशी संबंधीत असतात. आणि त्या दोन अणुतील इलेक्ट्रान वाटणी मुळे तयार झालेल्या रासायनिक बंधाला सहजसंयुज बंध (covalent bond) असे म्हणतात.

उदा. स्थिर रेणु निर्माण करणारे दोन फ्लोरीनचे अणु घ्या. प्रत्येक फ्लोरीनचा अणु बंध तयारीसाठी एक इलेक्ट्रान देतो आणि अशाप्रकारे तयार झालेली इलेक्ट्रानी जोडी ही दोन्ही फ्लोरीन अणुद्वारे एकमेकांचे इलेक्ट्रान वाटून घेतात. F_2 रेणुतील प्रत्येक अणुच्या बाह्य कक्षेत आठ इलेक्ट्रान असतात.



फ्लोरीन अणुभोवती असणारे टिंब त्या अणुचे मुक्त इलेक्ट्रान दाखविते.

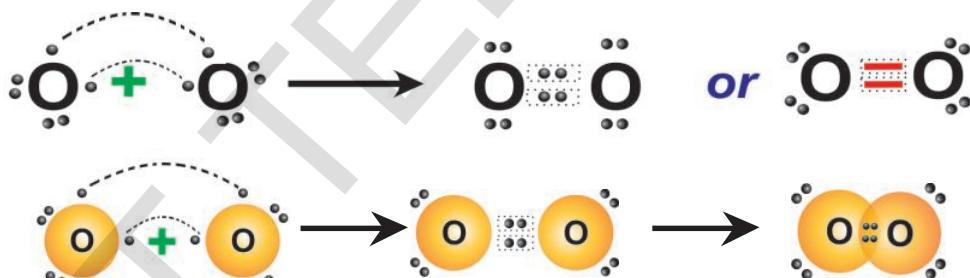
दोन अणुत मुक्त इलेक्ट्रानच्या परस्पर वाटणी मुळे दोन्ही अणुच्या बाह्य कक्षेत अष्टक संरूपण किंवा दोन मुक्त इलेक्ट्रान संरूपण प्राप्त केल्याने तयार झालेले होणाऱ्या रासायनिक बंधाला सहसंयुज बंध (*covalent bond*) म्हणतात.

covalent bond च्या समोर CO - म्हणजे दोन्ही समानच किंवा दोन्ही मिळून आहेत हे दाखविण्यासाठी वापरतात.. प्रत्येक अणुच्या बाह्य कक्षेतुन एक इलेक्ट्रान रासायनिक बंधात भाग घेते. म्हणुन त्यास सहसंयुज बंध हे नाव दिले आहे. (समान वैलेन्सी इलेक्ट्रान भाग घेतात या विषयाची माहित देते.)

O_2 रेणुची तयारी (Formation of O_2 molecule)

${}^8\text{O}$ चे इलेक्ट्रान संरूपण 2आहे. 6 आक्सीजन अणुत त्याच्या बाह्य कक्षेत 6 इलेक्ट्रान असतात. अष्टक इलेक्ट्रान संरूपण प्राप्त करण्यासाठी अजुन दोन होत इलेक्ट्रानची आवश्यकता आहे. म्हणुन आक्सीजनचे अणु एकमेकांजवळ येऊन बंध तयारीसाठी दोन इलेक्ट्रान देतात. अशा तन्हेने O_2 रेणुत दोन अणुमध्ये दोन सहसंयुज बंध असतात. यामुळे दोन इलेक्ट्रानच्या जोड्या त्यामध्ये वाटल्या जातात.

O_2 रेणुच्या दोन आक्सीजनच्या दोन अणुमध्ये दुहेरीबंध तयार होते असे आपण सांगु शकतो.

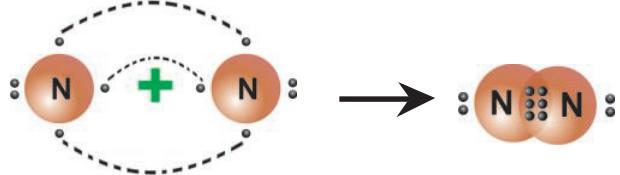


- नायट्रोजनच्या रेणुच्या अणुत कोणत्या प्रकारचे बंध असतात हे तुम्ही सांगु शकता का ?
चला माहित करू या.

नायट्रोजन रेणु (Nitrogen (N_2) molecule)

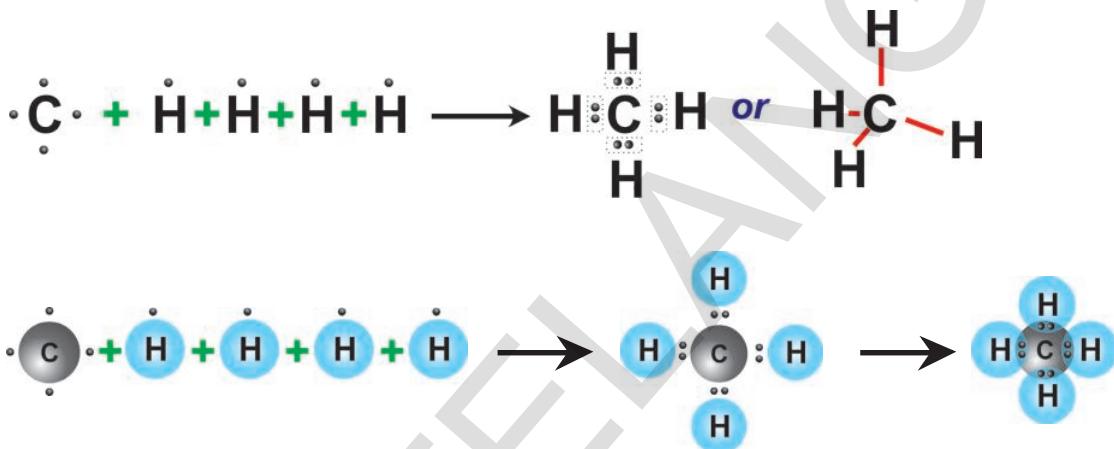
नायट्रोजन अणुचे इलेक्ट्रान संरूपण 2,5 आहे आणि बाह्य कक्षेत अष्टक तयार होण्यासाठी अजुन तीन इलेक्ट्रानची गरज पडते. जेव्हा दोन नायट्रोजन अणु एकमेकांजवळ येतात, तेव्हा बंध तयार करण्यासाठी प्रत्येक अणु 3 इलेक्ट्रान्स देतात. म्हणुन दोन नायट्रोजनच्या अणुत सहा इलेक्ट्रानची वाटणी तीन इलेक्ट्रानच्या जोडीच्या रूपात होते. म्हणुन N_2 रेणुत दोन नायट्रोजन अणुमध्ये तिहेरी बंध असते.





मिथेन रेण (Methane (CH_4) molecule)

मिथेन CH_4 रेणुच्या तयारीत कार्बन 4 इलेक्ट्रान्स (प्रत्येक हायड्रोजन अणुसाठी एक इलेक्ट्रान) आणि 4 हायड्रोजन अणु प्रत्येकी एक इलेक्ट्रान देतो. अशातच्हने CH_4 रेणुत चार C – H सह संयुज बंध खालील दाखविल्या प्रमाणे असतात.

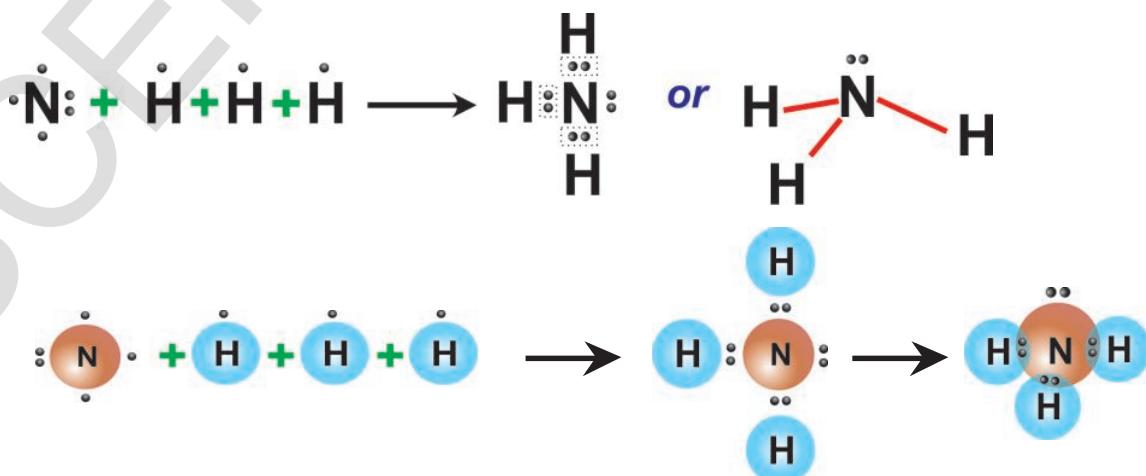


अमोनीया रेण (Ammonia (NH_3) molecule)

अमोनीया रेणुत तीन N – H एकेरी संहसंयुज बंध असतात.

$_{\text{7}}\text{N}$ चे इलेक्ट्रानचे संरूपण 2, 5 आणि $_{\text{1}}\text{H}$ चे 1 आहे.

नायट्रोजनचे अणु, बंध तयारीसाठी तीन इलेक्ट्रान्स देतात. तीन हायड्रोजन अणु एकाच वेळी बंध तयारीसाठी प्रत्येकी एक इलेक्ट्रान देतात. सहा इलेक्ट्रानच्या तीन जोड्या बनतात, आणि प्रत्येक इलेक्ट्रानीची जोडी नायट्रोजन आणि एक हायड्रोजन खालील प्रमाणे वाटल्या जाते.

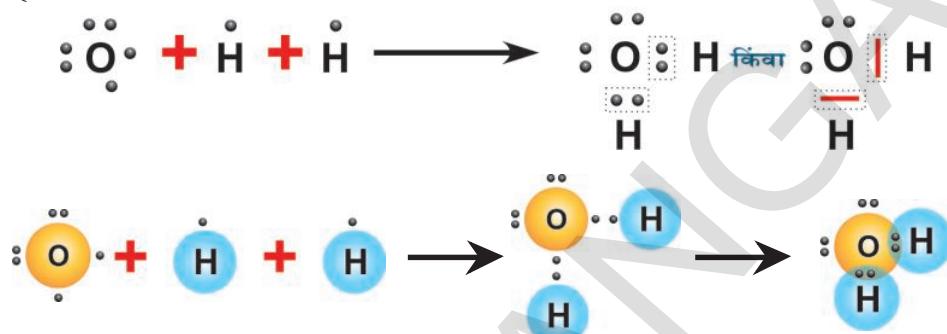


पाण्याचे रेणु (Water (H_2O) molecule)

पाण्याच्या रेणुत (H_2O), तीन O–H एकेरी सहसंयुज बंध असतात.

$_8O$ इलेक्ट्रान संरूपण 2,6 आणि $_1H$ चे 1आहे.

आक्सीजन अणुला बाह्य कक्षेत अष्टक तयार करण्यासाठी 2 इलेक्ट्रान्सची गरज पडते. म्हणुन दोन इलेक्ट्रान दोन हायड्रोजन अणुशी वाटून पाण्याचा (H_2O) रेणु तयार होतो.



एका मुलद्रव्याच्या अणुव्दारे तयार केलेल्या सहसंयुज बंधाच्या संख्येला सहसंयुजता (covalency) असे म्हणतात.

सहसंयुज बंधाची, बंधलांबी आणि बंधउर्जा

सहसंयुज बंध तयार करणाऱ्या दोन अणु केंद्रकामधील समतोल अंतरास बंधलांबी किंवा बंध अंतर म्हणतात.

साधारणतः ही nm मध्ये नानोमीटर (nanometer) किंवा A एंगस्ट्रोम एकक (Angstrom unit)ने सुचित करते.

वायु अवस्थेत असलेल्या व्हिअणु सहसंयुज संयुगा च्या दोन अणुमधील सहसंयुज बंधाला तोडणाऱ्या उर्जेला बंध उर्जा किंवा बंध अपघटन उर्जा म्हणतात.

(?) आपणास माहित आहे का?

- एंगस्ट्रोम (A) हे लांबीचे एकक आहे आणि हे 10^{-10} मीटर किंवा 0.1 नानोमीटर किंवा 100 पिकोमीटर समान आहे.
- 1 नानोमीटर = 10^{-9} मीटर

वॅलेन्सी(valence) इलेक्ट्रान सिंधांताचे दोष:

1) अणुच्या स्वभावाची पर्वा न करता, जेव्हा कोणत्याही दोन अणुत सहसंयुज बंध तयार होते, तेव्हा बंध अंतर आणि बंध उर्जा सारखीच होते. कारण कोणत्याही दोन अणुमध्ये तयार झालेला सहसंयुज बंध हा दोन समान इलेक्ट्रानच्या वाटणीचा परिणाम आहे. परंतु प्रत्यक्षापणे निरिक्षणास आले की, जेव्हा अणु वेगवेगळे बंध तयार करतात, तेव्हा बंधलांबी आणि बंध उर्जा सारखी नसते. (तक्ता-3 पाहा)

- बंध लांबी आणि बंध उर्जेवरून तुम्हाला काय समजून आले?

- भिन्न प्रकारच्या अणु मधील बंधाची किंमत भिन्न नाही का?

2) C_2BeCl_2 मध्ये BeCl_2 , 180° आहे. FBF मध्ये BF_3 , 120° , HCH मध्ये CH_4 , $109^\circ 28'$, HNH मध्ये NH_3 , $107^\circ 18'$ आणि HOH मध्ये H_2O , $104^\circ 31'$ का असते हे सिधंत स्पष्ट करू शकता का?

म्हणजे रेणुचा आकार स्पष्ट करण्यासाठी असफल झाला.

शेवटच्या कक्षेतील इलेक्ट्राच्या जोडीचा प्रतिकर्षण सिधंत

तीन किंवा त्या पेक्षा जास्त अणुनी मिळून बनलेल्या रेणुत सर्व अणु एक अणु केंद्राशी सह संयुज बंधाशी जोडुन असल्यास त्या मधील बंध कोनाचे वर्णन करणाऱ्या सिधाताला शेवटच्या कक्षेतील इलेक्ट्रान जोडीचा प्रतिकर्षण सिधंत *valence – shell –*

electron – pair repulsion – theory (VSEPR) म्हणतात. याच सिधंताचे प्रतिपादन सिडविक आणि पॉवेल (Sidgwick and Powell (1940) यांनी केले. समोर गॅलोस्पी आणि नायहोल्म (Gillespie and Nyholm (1957) मध्ये या सिधंताचा विकास केला.

या सिधंताने खाली विषयांचे विवरण दिले आहे.

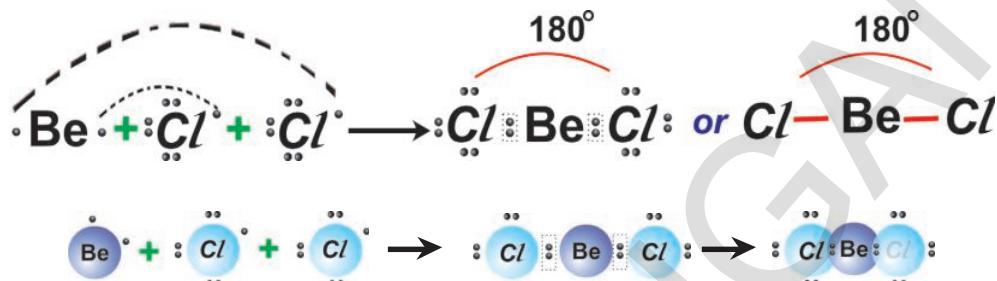
1. VSEPR सहसंयुज बंधात शेवटच्या कक्षेतील इलेक्ट्रान्स आणि बंधात भाग न घेणारे एकाकी इलेक्ट्रानची जोडी शक्यतो एकमेकांपासुन दुर राहण्याचा प्रयत्न करतात. त्यामुळे अणुंना विशेष आकार येतो.
2. शेवटच्या कक्षेतील सहसंयुज बंधातील इलेक्ट्रानची जोडीची संख्या अणुकेंद्रावर असलेले एकाकी इलेक्ट्रानची जोडीची संख्या माहित झाल्यास त्या इलेक्ट्रान जोडी मध्ये अणुच्या केंद्रकाभोवती कशा प्रकारे ठेवले आहे. याचा अंदाज लावुन यासाठी, त्या वरून रेणुच्या आकाराचा अंदाज लावणे सोपे जाते.
3. मध्य अणुभोवती बंध इलेक्ट्रान जोडी पेक्षा, एकाकी इलेक्ट्रान जोडी जास्त जागा व्यापते. एकाकी इलेक्ट्रान जोडी(बंधात भाग न घेणारी किंवा न वाटणारी) फक्त एकाच केंद्रकाव्दारे आकर्षित्या जाते परंतु बंध इलेक्ट्रान जोडीमात्र दोन अणु केंद्रकाव्दारे वाटून घेतल्या जाते. मध्य अणुवरील एकाकी इलेक्ट्रानच्या जोडीमुळे रेणुचा आकार आणि बंध कोनात थोडासा बदल घडून येतो. केंद्रकावर एकाकी इलेक्ट्रान जोडीमध्ये प्रतिकर्षण वाढल्यास साधारणपणे अणुमधील बंध कोन नक्कीच कमी होतो.

तत्त्व – 3

बंध	बंध लांबी (Å)	बंध अपघटन उर्जा (KJmol ⁻¹)
H–H	0.74	436
F–F	1.44	159
Cl–Cl	1.95	243
Br–Br	2.28	193
I–I	2.68	151
H–F	0.918	570
H–Cl	1.27	432
H–Br	1.42	366
H–I	1.61	298
H–O (of H_2O)	0.96	460
H–N (of NH_3)	1.01	390
H–C (of CH_4)	1.10	410

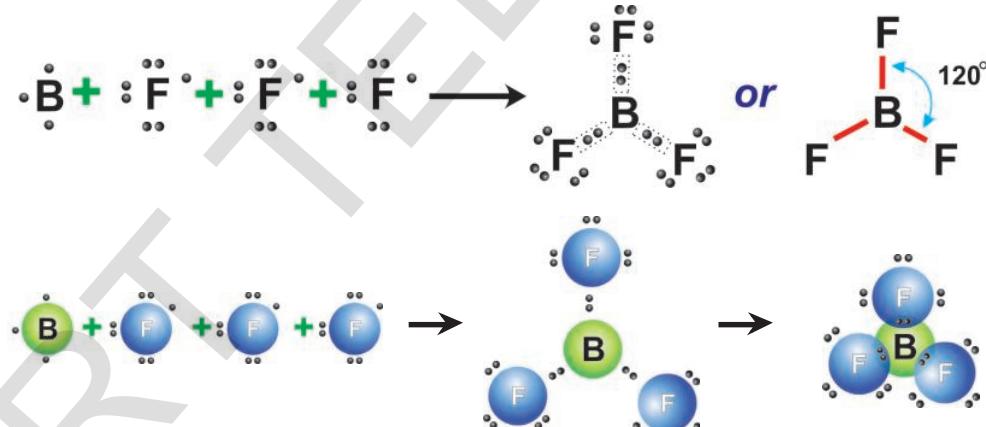
4.i) सहसंयुज बंधात मध्य अणुकेंद्रकाभोवती शेवटच्या कक्षेत तीन बंध इलेक्ट्रान जोड्या असल्यास त्याच्या मधील प्रतिकर्षण शक्ती कमी करण्यासाठी त्यास 180° कोनात वेगळे करावे लागते. असे केल्यामुळे रेणु रेखीय आकृतीत येतो.

उदाहरण:



4.ii) सहसंयुज बंधात मध्य अणु केंद्रकाभोवती शेवटच्या कक्षेत (वेलेन्सी कक्षा) तीन बंध इलेक्ट्रान जोड्या असल्यास ते 120° कोनात त्रिकोणाच्या तिन्ही कोपन्यात वेगळे केल्या जाते. म्हणुन तो रेणु रेखीय त्रिकोण होतो.

उदाहरण:

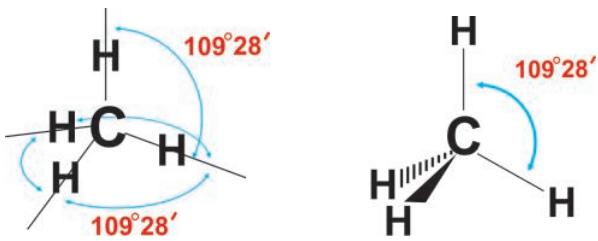


सुचना : BeCl_2 आणि BF_3 मध्ये मध्य अणु Be आणि B मध्ये शेवटच्या कक्षेत 8 इलेक्ट्रान नसलेले तुम्ही पाहिले असाल. त्यामध्ये 4 आणि 6 इलेक्ट्रानच आहे. अशा रेणुला इलेक्ट्रान नसलेले रेणु म्हणतात.

4.iii) जर सहसंयुज बंधात मध्य अणुकेंद्रकाभोवती शेवटच्या कक्षेत चार बंध इलेक्ट्रान जोड्या असल्यास तो चतुष्फलक (त्रिमितीय आकृती) आकारात चार कोपन्यात वेगळे केल्या जाते आणि बंध कोन अंदाजे $109^\circ 28'$ असतो.

उदा: मिथेन

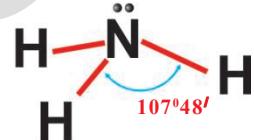
■ मिथेनच्या रेणुत (CH_4), HCH मध्य बंध कोन $109^\circ 28'$ आहे. कारण मधल्या कार्बन भोवती चार बंध इलेक्ट्रान जोड्या आहेत. त्याचा आकार खाली दाखविल आहे.



4.iv) जर तेथे तीन बंध जोड्या आणि एक एकाकी जोडीला (न वाटलेली इलेक्ट्रानची जोडी) असल्यास मध्य अणुच्या केंद्रकाभोवती एकाकी जोडी जास्त जागा व्यापते. उरलेल्या तीन जोड्या NH_3 रेणुसारख्या एकमेकांच्या अगदी जवळ येतात.

उदाः अमोनीया

अमोनीया (NH_3) रेणुत नायट्रोजन अणुच्या केंद्रका भोवती सहसंयुज बंधात ($3 \text{ N} - \text{H}$) तीन बंध जोड्या असतात आणि एक एकाकी जोडी असते. एकाकी जोडी - बंध जोडीचे प्रतिकर्षण बंध जोडी-बंध जोडी प्रतिकर्षण पेक्षा अधिक असते. म्हणुन NH_3 चा आकार चतुष्कफलकासारखा असतो. आणि त्याच्या बाह्य कक्षेत चार इलेक्ट्रान जोड्या असतात. आणि $\text{HNH} = 109^\circ 28'$ त्यास $\text{HHN} = 107^\circ 48'$ कारण बंध जोडीवर एकाकी जोडीव्हारे प्रतिकर्षण असते.

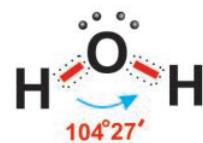


NH_3 रेणुचा आकार N सुचीचा शिरोंबिदु असुन त्याचा आकार त्रिकोणाकार सुची सारखा असतो.

4.v) मध्य अणुच्या केंद्रकाभोवती त्यांच्या बाह्य कक्षेत जर दोन बंध जोड्या आणि एकाकी इलेक्ट्रानच्या दोन जोड्या असल्यास एकाकी जोडी- एकाकी जोडी प्रतिकर्षण हे एकाकी जोडी- बंध जोडी प्रतिकर्षण पेक्षा अधिक असते. म्हणुन बंध जोडीमधील कोन पुढे पुढे कमी होत जाते.

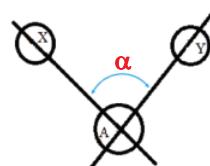
उदाहरण : पाणी

पाण्याच्या रेणुत (H_2O) आक्सीजन अणुच्या केंद्रकाभोवती चार इलेक्ट्रानच्या जोड्या असतात त्यापैकी दोन एकाकी जोड्या आणि दोन बंध जोड्या आहेत. म्हणुन H_2O रेणु 'V' आकार किंवा वाकलेला आकार किंवा चतुष्कफलका ऐवजी कोणीय आकारात CH_4 सारखा असतो. कारण एकाकी जोडी- एकाकी जोडी प्रतिकर्षण आणि एकाकी जोडी-बंध जोडी प्रतिकर्षण असते. HOH is $104^\circ 31'$



- रेणुमध्ये बंध कोन म्हणजे काय ?

दोन अणुच्या केंद्रकामधून जाणाऱ्या कल्पनिक रेषेनी तयार केलेल्या कोनामुळे मध्य अणुच्या केंद्रकाव्हारे मध्य अणुवर सहसंयुज बंध तयार होते. (आकृती पाहा. 'α' हा बंध कोन आहे.)



(VSEPR) सिधंदांत बंधाची शक्ती स्पष्ट करण्यासाठी असमर्थ ठरला कारण हा सिधंदांत अद्याप सहसंयुज बंध तयारीच्या लेविसच्या संकल्पनेवर निर्भर आहे. तो सिधंदांत सहसंयुज बंधाच्या इलेक्ट्रानीक स्वभावावूल जास्त स्पष्टीकरण देऊ शकत नाही.

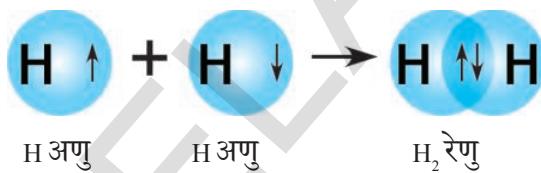
सहसंयुज बंधाचे वर्णन करण्यासाठी लायनस पालिंग (Linus Pauling (1954)नावाचे शास्त्रज्ञाने सहसंयुज बंध सिधांताचे प्रतिपादन केले.

सहसंयुज बंध सिधांत (Valence bond theory)

सहसंयुज बंधाचे वर्णन करण्यासाठी लायनस पालिंग नावाच्या शास्त्रज्ञांनी सहसंयुज बंध सिधांताचे प्रतिपादन केले. हा निमय खालील प्रमाणे आहे.

1. बाहेरील कक्षेत जोडी न बनविणारे एकाकी इलेक्ट्रान असलेले दोन अणु एकमेकांन जवळ आल्यास, त्या दोन अणुशी विरुद्ध अक्षाभोवती फिरणारे जोडी न बनविणाऱ्या इलेक्ट्रानला मिळून वाटणी केल्यामुळे सहसंयुज बंध तयार होते. अशाप्रकारे एकमेकांवर व्यापलेला कक्षेतील इलेक्ट्रान्स दोन्ही अणुच्या केंद्रकाकडे आकर्षित्या जाते. हा बंध दोन्ही अणुंना एकत्र करते.

उदा: H_2 रेणुच्या निर्माणात एक ‘H’ अणुच्या ‘1s’कक्षेत एकमेकांवर व्यापणारे एकाकी इलेक्ट्रान्स असतात. हे एकाकी इलेक्ट्रान दुसऱ्या ‘H’अणुमधील असतात. या ‘H’ अणुला विरुद्ध कक्षेत फिरणारे एकाकी इलेक्ट्रान असतात. हे H-H बंध आणि H_2 रेणु देतात.

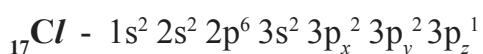


2. कक्षा जेवढी जास्त एकमेकांवर व्यापते तेव्हा तयार होणारे बंध तेवढे बलवान बनते ‘s’ कक्षेला सोडुन दुसरी कक्षीका जेव्हा या बंधात भाग घेतात तेव्हा त्या बंधात दिशा देणारी वैशिष्ट्ये निर्माण होतात.

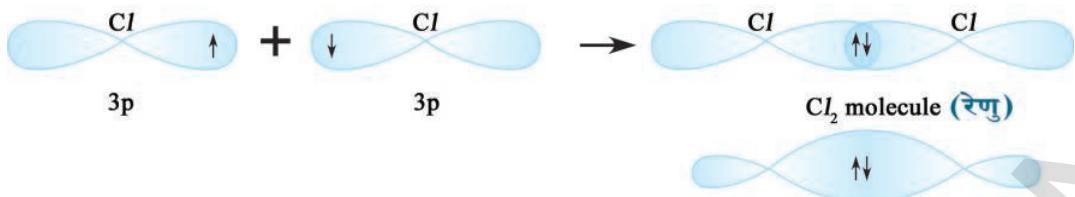
3. बंधात भाग घेणाऱ्या प्रत्येक रेणुच्या स्वताःच्या कक्षा असतात. परंतु एकमेकांना व्यापणाऱ्या कक्षेतील इलेक्ट्रानच्या जोड्या मात्र एकमेकांना व्यापणाऱ्या दोन अणु मिळून वाटून घेतात.

4. दोन अणुमध्ये बहुबंध तयार झाल्यास त्यामध्ये तयार होणाऱ्या पाहिला बंध अणुच्या केंद्रकांना मिळवणाऱ्या अंतर केंद्रक रेषेसोबत कक्षेच्या एकमेकांशी व्यापण्यामुळे (σ) बंध तयार होतात. हा सिग्मा (σ)बंध तयार झाल्या नंतर कक्षेच्या पाश्वर्व व्यापन्यामुळे π बंध तयार होतो. कक्षेच्या शिर्ष भागाऱ्या एकमेकांशी व्यापण्यामुळे होणारा सिग्मा बंध (σ) बलवान असतो. परंतु सिग्मा बंधाच्या तुलनेत π बंध दुर्बल असतो. कारण ‘p’ कक्षीका एकमेकांवर पाश्वर्व रितीने व्यापल्यामुळे तेवढे बलवान बंध तयार होत नाही.

$Cl-Cl$ रेणु घेऊ या. (Consider $Cl-Cl$ molecule)



Cl_2 रेणुच्या तयारीत, एक क्लोरीन अणुच्या $3p_z$ कक्षेत असलेले एकाकी इलेक्ट्रान $3p_z$ कक्षेत एकमेकांवर विरुद्ध कक्षेत फीरणाऱ्या दुसऱ्या अणुच्या एकाकी इलेक्ट्रान व्दारे कक्षेवर एकमेकांवर व्यापते.

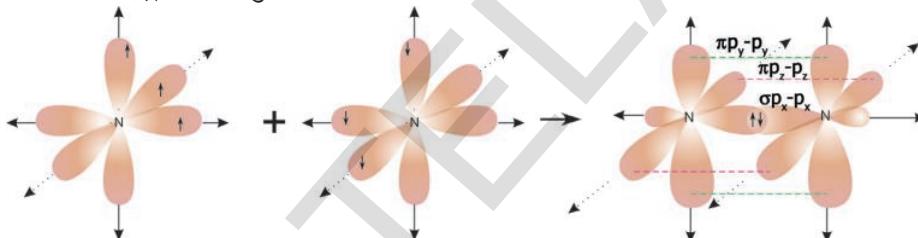


- HCl रेणु कसा तयार होतो?

H अणुच्या '1s' कक्षेत असलेले एकाकी इलेक्ट्रान क्लोरीन अणुत असलेल्या विरुद्ध कक्षेत फिरणाऱ्या एकाकी इलेक्ट्रानव्दारे '3p' कक्षेला एकमेकांवर व्यापते.

N₂ रेणुची निर्माती (Formation of N₂ molecule)

⁷N चे इलेक्ट्रान संरूपण $1s^2 2s^2 2p_x^1 3p_y^1 3p_z^1$ आहे. समजा एक N अणुची p_x कक्षा दुसऱ्या 'N' अणुच्या 'p_x' कक्षेव्दारे एकमेकांवर व्यापल्यास अंतर केंद्रक अक्षावर σ p_x-p_x बंध तयार होतो. नायट्रोजन अणुच्या p_y आणि p_z कक्षीकेशी पाश्वर रितीने एकमेकांवर व्यापते. हे बंध अणुच्या केंद्रकाना जोडणाऱ्या अंतर अक्षिय रेषेवर लंब असणाऱ्या p_y आणि p_z π p_y-p_y आणि π p_z-p_z बंधाना निर्माण करते अशारीतीने N₂ रेणुतील दोन नायट्रोजन अणुत तिहेरीबंध तयार होते.



O₂ रेणुची निर्माती (Formation of O₂ molecule)

⁸O रेणुचे इलेक्ट्रान संरूपण $1s^2 2s^2 2p_x^2 3p_y^1 3p_z^1$ आहे. एका O अणुची 'p_y' कक्षीका दुसऱ्या 'O' अणुच्या कक्षीकेला अंतर अक्षिय रेषेवर एकमेकांना व्यापल्यास सिग्मा p_y-p_y आणि ($\sigma p_y - p_y$) बंध तयार होतात. एका O अणुतील p_z कक्षा ही दुसऱ्या 'O' अणुतील p_z कक्षीकेशी पाश्वरीतीने आंतर अक्षिय रेषेवर लंबपणे एकमेकांवर व्यापते आणि π p_z-p_z बंध तयार होते. O₂ रेणुत दोन आकसीजन अणुमध्ये दुहेरीबंध असते.

वॉलेन्सी बंध सिधात - संकरण (Valence bond theory-Hybridisation)

BeCl₂ तयार करणे (Formation of BeCl₂ (Beryllium chloride) molecule)

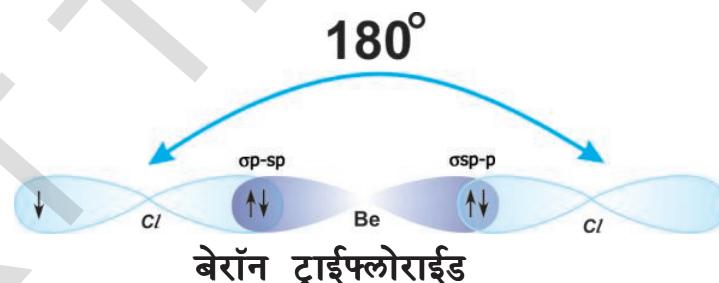
⁴Be चे इलेक्ट्रान संरूपण $1s^2 2s^2$ आहे. यात जोडी न जुडलेले इलेक्ट्रान नसतात. म्हणुन हे सहसंयुज बंध तयार करत नाही. परंतु ते प्रत्येकी एक इलेक्ट्रान क्लोरीनच्या दोन अणुशी मिळून दोन सहसंयुज बंध तयार होतात. बेरीलीयमचे अणु उत्तेजीत स्थितीत असतांना त्याच्या '2s' पातळी मधुन एक इलेक्ट्रान $2p_x$ पातळीत गेल्याने त्याचे इलेक्ट्रान संरूपण ⁴Be $1s^2 2s^1 2p_x^1$ आणि ¹⁷Cl $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^2 3p_y^2 3p_z^1$ असते हे आपणास माहित आहे.

जर Be चा अणु देन क्लोरीनच्या अणुशी जुळल्याने सहसंयुज बंध तयार केले असता. बेरीलीयमची '2s'कक्षिका एक क्लोरीन अणुच्या '3p_z' कक्षीकेशी एकमेकांवर व्यापल्यास एक सिग्मा σ2s-3p बंध तयार होतो. त्याचप्रमाणे बेरीलीयमची '2p_x' कक्षीका दुसऱ्या क्लोरीन अणुच्या 3p कक्षीकेशी एकमेकांवर व्यापल्यास सिग्मा σ2p-3p बंध तयार होतो. कक्षिकेच्या एकमेकांवर व्यापने भिन्न असल्यामुळे Be-Cl बंधाची बंधन शक्ती भिन्न असते. परंतु दोन्ही बंध समान शक्तीचे असून आणि Cl/BeCl बंध कोन 180°आहे. या अशा फरकाच्या स्पष्टीकरणासाठी लायनस पॉलींगने (1931) अणुकक्षीकेचे संकरण(hybridisation of atomic orbitals) गुणधर्मचे प्रतिपादन केले.

संकरण (Hybridisation) अणुच्या बाह्य कक्षेत असणाऱ्या जवळजवळ समान शक्तीच्या अणु कक्षीकेला परस्पर मिळवुन आणि पुनरव्यवस्थीकरणाव्दारे त्याच संख्येत बंध शक्ती, आकार यासारखे गुणधर्म एक सारखेच असलेल्या सर्व समान कक्षिकेच्या आंतर मिश्रणाला संकरण म्हणतात.

Be अणु उत्तेजक स्थितीत असतांना त्यामधील जोडी न बनविणारा एकाकी इलेक्ट्रान असलेली 2s कक्षा आणि 2p_x कक्षा परस्पर मिळून पुनरव्यवस्थीकरणा व्दारे दोन्ही सारख्या कक्षिका तयार होतात. हंडस च्या नियमावरून, संकरणाव्दारे निर्माण होणाऱ्या प्रत्येक कक्षेत एक इलेक्ट्रान असतो. संकरणात भाग घेतलेल्या कक्षेच्या प्रकारावरून तयार झालेल्या या नविन कक्षांना sp कक्षीका म्हणतात. देन sp कक्षिके मधील कोन 180° असते. बेरीयम सह बंधात भाग घेणाऱ्या देन क्लोरीन अणुत प्रत्येक क्लोरीन अणुची 3p_z¹ कक्षीका बेरीयमच्या sp संकरीत कक्षेसोबत आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे एकमेकांवर व्यापल्यामुळे देन सारखे Be-Cl सिग्मा बंध (σsp-p बंध) तयार होतात. म्हणुनच Cl/BeCl हा लंब कोन 180° सारखा समान बलाचे देन बंध तयार होतात.

दोन्ही बंध समान शक्तीचे असतात.



BF₃ रेणु तयार करणे (Formation of BF₃ molecule)

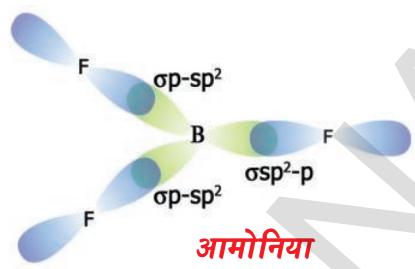
B इलेक्ट्रान संरूपन 1s² 2s² 2p_x¹ आहे.

त्यामध्ये एक जोडी न जुळलेला इलेक्ट्रान असल्यामुळे (2p_x¹) फक्त एक सहसंयुज बंध तयार होऊन B-F रेणु येते. परंतु प्रत्यक्षापणे आपणास BF₃ रेणु येते.

हे स्पष्ट करण्यासाठी असे सुचित केले की,

- बोरॉन (B)प्रथम उत्तेजीत होऊन 1s² 2s¹ 2p_x¹ 2p_y¹ इलेक्ट्रान संरूपण मिळविते.
- BF₃ मध्ये तीन B-F सारखे बंध तयार झाल्यामुळे 'B'अणु संकरणात भाग घेतात, हे सुचित केल्या जाते. येथें 2s, 2p_x, 2p_y अंतर मिश्रणाने असे तीन सारख्या कक्षेत वाटप केल्याने त्यास sp² संकरीत कक्षीका म्हणतात. तीन sp² कक्षेकेला वेगळे करण्यासाठी

कधी प्रतिकर्षण पाहिजे आणि मध्य अणुवर कोणत्याही दोन कक्षेतील कोन 120° असून प्रत्येक sp^2 कक्षिका कक्षा एक इलेक्ट्रान मिळविते. आता तीन फ्लोरीन अणु जोडी नसलेल्या त्याच्या $2p_z$ कक्षेवर एकमेकांना व्यापतात. ($F, 1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^2 2p_z^1$) जोडी न जुळलेले इलेक्ट्रान्स असलेल्या B च्या sp^2 कक्षीकेव्वारे तीन σsp^2-p बंध तयार करतात.

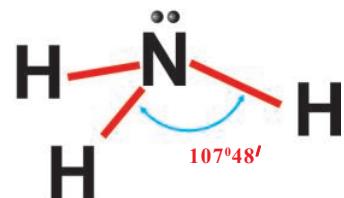


NH₃ रेणुची तयारी करणे (Formation of NH₃ molecule)

आमोनियाच्या रेणुत एक नायट्रोजन अणु आणि तीन हायड्रोजन अणु असतात. सर्व तीन $N-H$ बंध सारख्या शक्तीचे असून त्यामधील कोन $HNH = 107^\circ 48'$

$_7N$ चे इलेक्ट्रान संरूपण $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ आहे.

जर तीन हायड्रोजन अणुची $1s$ कक्षा नायट्रोजन अणुच्या ‘ p ’ कक्षेवर एकमेकांना व्यापलेल्यास त्या पासून सारखे $\sigma p-s$ बंध मिळतात. तेव्हा HNH हा कोन 90° च्या समान असला पाहिजे परंतु ते $107^\circ 48'$ आहे. या फरकाचे कारण म्हणजे नायट्रोजन अणुत तयार होणाऱ्या sp^3 कक्षीका आणि तीन ‘ $2s$ ’ कक्षिका आणि $2p_x$, $2p_y$, $2p_z$ मिळून चार sp^3 संकरीत कक्षीका तयार होतात. या चार sp^3 संकरीत कक्षिका पैकी फक्त एकच कक्षा इलेक्ट्रानची जोडी मिळविते आणि चार इतर तीन sp^3 कक्षिका फक्त एक एक इलेक्ट्रान असलेली $1s$ कक्षा नायट्रोजन अणुतील जोडी न बनविणाऱ्या इलेक्ट्रान असलेल्या sp^3 संकरीत कक्षेशी एकमेकांना व्यापल्यामुळे तीन $\sigma s-sp^3$ बंध तयार होतात.



sp^3 संकरणासाठी HNH बंध कोन $109^\circ 28'$ चा असला पाहिजे. परंतु एका sp^3 -कक्षेत इलेक्ट्रानची जोडी असल्यामुळे बंधात भाग घेणाऱ्या इलेक्ट्रानच्या जोडी मधील प्रतिकर्षण जास्त असल्यामुळे HNH बंध कोन कमी होऊन $107^\circ 48'$ हेतो.

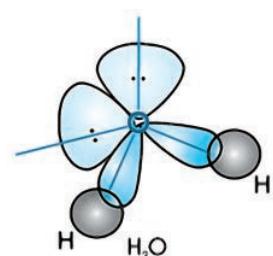
पाण्याच्या रेणुचा आकार (Shape of water molecule)

पाण्याचा अणुत बंधकोन $H-O-H$ is $104^\circ 31'$ असल्याचे आढळून आले.

आक्सीजन $_8O$ चे इलेक्ट्रान संरूपण $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$ आणि $1s^1$ आहे.

म्हणुन दोन हायड्रोजन अणुत असणाऱ्या ‘ s ’ कक्षीका आक्सीजन अणुत जोडी न जुळलेले इलेक्ट्रान असलेल्या ‘ p ’ कक्षेशी एकमेकांना कापण्यामुळे दोन $\sigma s-p$ बंध तयार होतात. आणि HOH बंध कोन 90° असला पाहिजे.

परंतु HOH चा बंध कोन $104^\circ 31'$ असल्याचे निरिक्षणास आले. याचे स्पष्टीकरण करण्यासाठी sp^3 संकरणाने ‘ O ’ अणुच्या शेवटच्या कक्षेला सुचित केले. s -कक्षा ($2s$) आणि तीन ‘ p ’-कक्षा ($2p_x, 2p_y, 2p_z$) परस्पर मिळून आणि पुर्णव्यवस्थीकरणाव्वारे चार सारख्या कक्षीकेत वाटल्या जाते. आक्सीजन अणुत एकूण सहा इलेक्ट्रान्स ठेवल्यामुळे दोन sp^3 कक्षीकेत एक एक इलेक्ट्रानची जोडी असते. आता अणुच्या दोन sp^3 कक्षीका दोन हायड्रोजन



अणुच्या s कक्षेवर एकमेकांना व्यापुन σsp^3 -s बंध तयार करतात. एकाकी जोडी, एकाकी जोडी प्रतिकर्षण आणि एकाकी जोडी बंध जोडी प्रतिकर्षणामुळे HOH बंध कोन $109^\circ 28'$ पेक्षा कमी (sp^3 चतुष्कफलक – संकरण सोडुन) होऊन $104^\circ 31'$ होते.

मिथेन CH_4 , इथेन C_2H_4 आणि C_2H_2 रेणु च्या निर्माणा संबंधीत कार्बन आणि त्यांची संयुगे धड्यात पुढे शिकणार आहोत.

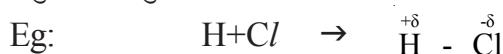
आयनिक आणि सहसंयुज संयुगाचे गुणमर्द

तक्ता -4

अ.क्र.	गुणधर्म	$NaCl$ (आयनिक)	HCl (पोलार सहसंयुज)	C_2H_6 (संयुजा)
1.	सुत्र	58.5	36.5	30.0
2.	भौतिक स्थिती	पांढरे स्फटीकीय घन	रंगहिन वायु	रंगहिन वायु
3.	बंधाचे प्रकार	आयनिक	पोलार सहसंयुज	सहसंयुज
4.	द्रवणांक	$801^\circ C$	$-115^\circ C$	$-183^\circ C$
5.	उत्कलन बिंदु	$1413^\circ C$	$-84.9^\circ C$	$-88.63^\circ C$
6.	द्रावणीयता	पाण्यामध्ये विरघळते आणि पोलार नसलेल्या द्रावकात विरघळत नाही.	पाण्यामध्ये विरघळते आणि काही पोलार नसलेल्या द्रावकात विरघळते	पाण्यामध्ये विरघळते नाही आणि काही पोलार नसलेल्या द्रावकात विरघळते.
7.	रसायनिक कृती	पोलार द्रावकात जास्त क्रियाशिल असते आणि क्रिया सतत चालू असते.	जास्त क्रियाशिल नसते.	सामान्य तापमानावर अतिशय कमी क्रियाशिल असते.

वरील तक्त्यावरून माहिती होते की, $NaCl$ सारखे आयनीक संयुगे खोलीच्या तापमानावर घन स्थितीत असतात.

HCl सारख्या धृवीय संयुगात वितळण बिंदु, उत्कलन बिंदु, क्रियाशिलता, द्रावणीयता इत्यादी सारखे गुणधर्म संयुगात असतात. दोन भिन्न अणुमध्ये सहसंयुज बंध निर्माण झाल्यास दोन्ही अणुव्दारे वाटल्या गेलेली इलेक्ट्रानची जोडी जास्त विद्युत ऋणता असलेल्या अणुकडे घडुन येते. म्हणजे रेणुतील अधिक विद्युत ऋणता असलेले अणु कमी ऋण प्रभार आणि कमी विद्युत ऋणता असलेले अणु कमी धन प्रभाराचे असतात. अशा रेणुला धृवीय रेणु म्हणतात आणि त्यामधील बंधास धृवीय सहसंयुज बंध किंवा अपुर्ण आयनिक आणि अपुर्ण सहसंयुज बंध म्हणतात.



आयनिक संयुगात त्यांच्या विरुद्ध प्रभारीत आयनांमध्ये विद्युत स्थितीक आकर्षण बल समावलेला असतो. म्हणुन ते अधिक वितळण बिंदु आणि उत्कलन बिंदु असणारे घन पदार्थ आहेत. एक सारखेच असुन त्यातच विरघळतात या नियमानुसार ते अधिक

धृवीय, धृवीय द्रावणात विरघळणारे आहेत. आयनिक संयुगाच्या द्रावणाच्या रासायनिक अभिक्रियेत आयनाची साधी मांडणी द्रावणात घडुन येते. ती अभिक्रिया खुप जलद गतीने होतो.

सहसंयुज रेणुतील आकर्षण बल दुर्बल असते. म्हणुन सहसंयुज संयुगे खोलीच्या तापमानावर वायु किंवा द्राव पदार्थ आहेत. त्यांचा वितळण बिंदु आणि उत्कलन बिंदु कमी असतो. एकसारखे असुन त्यातच विरघळतात. या नियमाच्या आधारे हे सहसंयुज बंध अधृवीय द्रावणात, रेणु द्रावणाच्या अधृवीय स्वभावामुळे विरघळतात. सहसंयुज संयुगाच्या रासायनिक अभिक्रियेत बंध तोडणारे आणि बंध निर्माण करणारे असल्यामुळे उत्पादीते मिळतात. म्हणुन ही अभिक्रिया सौम्य किंवा मंदगतीची असते. सारखे असुन त्यातच विरघळतात. या निमयाच्या आधारे द्रावणाकणात कोणत्या प्रकारचे रासायनिक बंध असतात. जे त्या द्रावणात विरघळू शकतात. ज्याच्या रेणुत सारख्या प्रकारचे रासायनिक बंध असतात.



महत्वाचे शब्द

इलेक्ट्रान्स, निष्क्रीय वायु, लेविस टिंबाची रचना, अष्टक नियम, रासायनिक बंध, आयनिक बंध, सहसंयुज बंध, धन प्रभारीत आयन, ऋण प्रभारीत आयन, विद्युत स्थितीक बल, आयनिक संयुज, धृवीय द्रावक, अधृवीय द्रावक, रेणुची निर्माती आयनिक संयुगे, सहसंयुज संयुगे, विद्युत धनीय वैशिष्ट्य, विद्युत ऋणता वैशिष्ट्ये, धृवीय बंध, इलेक्ट्रानची बधांन जोडी, एकेरी जोडी, एकाकी जोडी, बंधलांबी, बंध उर्जा, रेणुचा आकार, रेषीय चतुष्कफलक, आयनिक आणि सहसंयुज संयुगाचे गुणधर्म



आपण काय शिकलोत?

- आवर्त सारणीतील मुलद्रव्याचे स्थान, मुलद्रव्यामध्ये तयार होणाऱ्या बंधाच्या प्रकाराचे भाकीत करण्यासाठी उपयोगी पडते.
- आयन हे धन किंवा ऋण प्रभारीत कण आहेत. ते इलेक्ट्रान सोडणे किंवा प्राप्त केल्यामुळे तयार होते.
- दोन अुण किंवा अणुगटातील शक्तीमुळे तयार झालेल्या स्थिर अस्तित्वाला रासायनिक बंध म्हणतात.
- बाह्य कक्षेला वॅलेन्सी कक्षा, त्यामधील इलेक्ट्रानला वॅलेन्सी इलेक्ट्रान म्हणतात.
- 'O' गटाशी संबंधीत वायुना राजवायु म्हणतात. कारण ते इतर अणुशी संयोग पावत नाही. हिलीयमला सोउन सर्व राजवायु याच्या बाह्य कक्षेत अष्टक इलेक्ट्रान संरुपण असते.
- अष्टक निमयावरून अणुबंध का तयार करतात स्पष्ट करता येते.
- रासानिक क्रियाशिल मुलद्रव्याच्या अणुत बाह्य कक्षेत अपुर्ण अष्टक असते.
- अणुच्या बाह्य कक्षेतील उपलब्ध इलेक्ट्रानच्या संख्या त्यामधील बंधाच्या प्रकाराचा निर्णय करते.
- मुलद्रव्याच्या बाह्य कक्षेत अष्टक येण्यासाठी इलेक्ट्रान ग्रहन करण्याच्या कल असतो. त्यास विद्युत ऋणता वैशिष्ट्ये असलेली मुलद्रव्ये म्हणतात ते ऋण प्रभारीत आयन तयार करतात.
- आयनिक बंधाच्या तयारीत विद्युत धनता असलेल्या मुलद्रव्याचे अणु त्यांचे वॅलेन्सी इलेक्ट्रान विद्युत ऋणता असलेल्या मुलद्रव्याच्या अणुत सोडुन दोन्हीच्या बाह्य कक्षेत अष्टके आणण्याचा प्रयत्न करते.

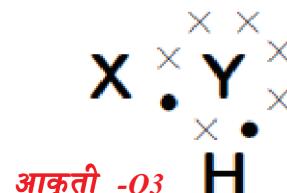
- विद्युत स्थिरीक उर्जा ही धन प्रभारीत आणि त्रण प्रभारीत आयनांना एकत्र ठेऊन विद्युतीय उदासिन अस्तीत्व तयार करण्यास आयनिक बंध असे म्हणतात.
- आयनिक संयुगे ही अधिक द्रवणांक असलेले सफटीकीय धन आहेत.
- अणुमधील वॅलेन्सी इलेक्ट्रानच्या वाटणीमुळे तयार झालेली रासायनिक बंध दोन्ही अणुच्या बाह्य कक्षेत अष्टके किंवा त्यांच्या बाह्य कक्षेत विद्यकस्थिती बनवितात याला सहसंयुज बंध म्हणतात.
- जेव्हा दोन अणु एक इलेक्ट्रान जोडी वाहुन घेतात तेव्हा एक सहसंयुज बंध तयार होतो.
- प्रत्येक वाटल्या गेलेली इलेक्ट्रानची जोडी ही सहसंयुज बंधाला समतुल्य असते.
- इलेक्ट्रान नेहमी अणुच्या सहसंयुज बंधास समाण रितीने वाटल्या जात नाही. यावरुन बंधीय धृवता तयार होते.
- धन आणि त्रण प्रभारीत आयनाच्या तयारीत प्रभाव पडणारे घटक.
- सहसंयुज बंधाव्दारे रेणुतील बंधकोनाचे स्पष्टीकरण करण्यासाठी वॅलेन्सी-कक्षा इलेक्ट्रान -जोडी प्रतिकर्षण सिंधात (VSEPR) आहे.
- सहसंयुज बंधाचे सामर्थ्य स्पष्ट करण्यासाठी संयुजा बंध सिधांताची चर्चा लागेल.



आपल्या अभ्यासात सुधारणा

संकल्पनेवर प्रतिसंप्रदान

1. दोन अणुमध्ये तयार होणाऱ्या बंधाचे प्रकार ठरविणाऱ्या घटकांची यादी लिहा ? (AS1)
2. वॅलेन्सी इलेक्ट्रान आणि मुलद्रव्याची वॅलेन्सी (सहसंयुजता) यामधील फरक स्पष्ट करा ? (AS1)
3. रासायनिक संयुगाला खालील प्रमाणे लेविस संकेत असतो: (AS1)
 - a) Y मुलद्रव्यात किती वॅलेन्सी इलेक्ट्रान असतात ?
 - b) Y मुलद्रव्याची वॅलेन्सी काय आहे ?
 - c) X मुलद्रव्याची वॅलेन्सी काय आहे ?
 - d) रेणुत किती सहसंयुज बंध असतात ?
 - e) X आणि Y मुलद्रव्यासाठी नाव सुचित करा ? (AS2)
4. बंध तयारीत बाह्य कक्षेतील इलेक्ट्रानच का भाग घेतात ? अंतर कक्षेतील इलेक्ट्रान का भाग घेत नाही ? (AS1)
5. रेणुच्या रासायनिक गुणधर्मचे भाकीत करण्यासाठी बंध उर्जा, बंधलांबी, कशी उपयोगी पडते ? एक उदाहरण देऊन स्पष्ट करा ? (AS1)
6. खालील सहसंयुज बंधाची इलेक्ट्रानची मांडणी दर्शविणारी साधी आकृती काढा ? (AS5)
 - a) कॅल्शीयम आक्साईड (CaO)
 - b) पाणी (H_2O)
 - c) क्लोरीन (Cl_2)
7. लेविस संकेताच्या साहाय्याने H_2O रेणु दर्शवा ? (AS5)
8. लेविस संकेतावरून खालील अणु दर्शवा ? (AS5)
 - (a) बेरीलीयम
 - (b) कॅल्शीयम
 - (c) लिथीयम
 - (d) ब्रोमिन वायु
9. अष्टक नियम म्हणजे काय ? मुलद्रव्याच्या रासायनिक गुणधर्मचे वर्णन करण्यासाठी अष्टक नियमाच्या भुमिकेचे कसे अभिनंदन कराल ? (AS6)
10. संकरण म्हणजे काय ? संकरणाच्या मदतीने खालील रेणु कसे निर्माण होतात हे स्पष्ट करा ?
 - a) Be Cl_2
 - b) BF_3



संकल्पनेचे उपयोजन

1. इलेक्ट्रान हे एका अणुतुन दुसऱ्या अणुत स्थानांतर होतात या संकल्पनेवरून सोडीयम क्लोराईड आणि कॅल्शीयम आक्साईडच्या निर्माणीचे वर्णन करा ?(AS1)

2. A, B, आणि C मुलद्रव्याचे अणुक्रमांक अनुक्रमे 6, 11 आणि 17 आहेत.
 - i. यापैकी कोणते आयनिक बंध तयार करत नाही? कारण काय? (AS1)
 - ii. यापैकी कोणते सहसंयुज बंध तयार करत नाही? कारण? (AS1)
 - iii. यापैकी कोणते आयनिक व सहसंयुज बंध तयार करतात? कारण? (AS1)
3. आयनिक संयुगाच्या तुलनेत सहसंयुजाच्या संयुगासाठी कमी द्रवणांकाची कारणाचा अंदाज लावा? (AS2)
4. अणुमधील बंध तयारीची प्रक्रिया समजण्यासाठी लेविस टिंबाची रचना कशी उपयोगी पडते? (AS6)
5. वॅलेन्सी बंध सिधांताबदरे खालील रेणुच्या तयारीचे वर्णन करा?

a) N_2 रेणु b) O_2 रेणु

उच्च विचार सरणीचे प्रश्न

1. खाली दोन रासायनिक अभिक्रियेचे वर्णन दिले आहे. (AS5)
 - नायट्रोजनची हायड्रोजनशी क्रिया होऊन अमोनीयम तयार होतो. (NH_3)
 - कार्बन आणि हायड्रोजन बंध मिळून मिथेन रेण (CH_4) तयार होतो.

प्रत्येक आभिक्रियासाठी द्या.

 - (a) क्रियेत भाग घेतलेल्या प्रत्येक अणुची वॅलेन्सी किती? (AS1)
 - (b) तयार झालेल्या उत्पादकाची लेविस संरचना (AS5)

योग्य पर्याप्ती प्रश्नाचे उत्तर निवडा

- 1) खालील पैकी कोणता मुलद्रव्य विद्युत ऋण आहे? []

a) सोडीयम b) आक्सीजन c) मॅग्नेशियम d) कॅल्शीयम
- 2) $^{11}X^{23}$ हा मुलद्रव्य दुसऱ्या ‘Y’ मुलद्रव्याशी आयनिक बंध निर्माण करतो तेव्हा X व्दारा तयार झालेल्या आयनचा प्रभार असतो. []

a) +1 b) +2 c) -1 d) -2
- 3) ‘A’ मुलद्रव्य क्लोराईड ACl_4 बनवितो. ‘A’च्या वॅलेन्सी कक्षेत असणाऱ्या इलेक्ट्रानची संख्या किती? []

a) 1 b) 2 c) 3 d) 4
- 4) बाहेरील कक्षेत अष्टक इलेक्ट्रोनिक संरूपन नसणारे निष्क्रिय वायू मुलद्रव्य

a) हिलियम b) आर्गान c) क्रेप्टान d) रेडान []
- 5) मिथेन रेणुत असलेल्या सहसंयुज बंधांची संख्या

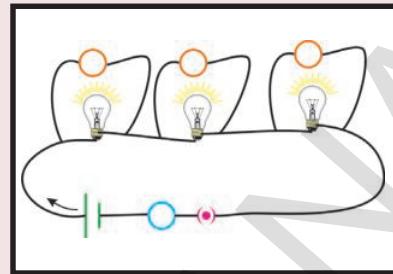
a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 []
- 6) अणुच्या कक्षेचे संकरण हि संकल्पना यांनी मांडली

a) लाइव पोलिंग b) मोसले c) लेवीस d) कोसल []
- 7) बेरेलियम क्लोराईड रेणुत बंध कोणांची किंमत असते.

a) 180° b) 120° c) 110° d) 104.31° []

सुचवलेले प्रकल्प

1. सहसंयुज बंधाचे उपयोग आणि गुणधर्म बद्दल माहिती गोळा करून त्याची अहवाल तयार करा? (AS4)



विद्युत धारा (Electric Current)

पुर्वीच्या वर्गात तुम्ही विद्युत धारा, विद्युत घट(Battery), विद्युत परिपथ (Electric circuit) आणि त्याचे सलग विभागा विषयी शकला आहात.

- विद्युत धारा म्हणजे काय?
- विद्युत परिपथाशी जोडले असता विद्युत तारेतुन कोणता प्रभार (धन किंवा क्रृत) वाहतो?
- दैनंदिन जिवनामध्ये प्रभाराच्या गतीसाठी काही पुरावे आहेत का?

आठव्या वर्गात तुम्ही आकाशातील विजा विषयी माहिती मिळविली आहात. दोन ढगामधील किंवा ढग आणि पृथ्वी मधील विद्युत विप्रभारीतेला आकाशातील विज माहित करते. ढगातुन जमीनीकडे हवा व्दरे होणारे विद्युत विप्रभारीत आपल्याला वातावरणात या ठिणगी किंवा चमकणे असे दिसते.

वातावरणामध्ये गतीच्या प्रभारासाठी आकाशातील विज चमकणे हे एक जिवंत उदाहरण आहे.

- प्रभाराच्या चलनामुळे प्रत्येक वेळी विद्युत धारा निर्माण होते का?
- चला पाहू या.

कृती 1

संदर्भ 1: एक बल्ब, विद्युत घट, एक बटन आणि काही तांबे तारेचे तुकडे घ्या. यांना परिपथात जोडुन बटन चालू करा. बल्बचे निरिक्षण करा.

- तुम्ही काय निरिक्षण केले?

संदर्भ 2: परिपथा पासुन विद्युत घट काढुन टाका आणि परिपथाला संपुर्ण करण्यासाठी उरलेल्या सलग भागांना जोडा. पुन्हा परिपथाचे बटन चालू करा. आणि बल्बचे निरिक्षण करा. बल्ब प्रकाशते का?

संदर्भ 3: कॉपर तारे ऐवजी नायलॉन तार वापरा आणि विद्युत घट, बल्ब आणि बटनला परिपथात जोडा. आता परिपथा वरील बटन चालू करा आणि बल्ब चे निरिक्षण करा. बल्ब प्रकाशते का?

या सर्व कृती केल्यानंतर तुम्हाला असे लक्षात येईल की, फक्त पहिल्या संदर्भात बल्ब प्रकाशते.

- 2 च्या आणि 3 च्या संदर्भात बल्ब न प्रकाशण्याचा कारणांचा अंदाज तुम्ही करु शकाल का?

विद्युत घटात रसायनीक उर्जा साठवलेली असते आणि ती विद्युत उर्जेत रूपांतर होते आणि संदर्भ 1 मध्ये तुम्ही निरिक्षण केल्या सारखे बल्ब ला प्रकाशित करते. म्हणजेच बल्ब प्रकाशीत होण्यासाठी पाहिजे असलेली उर्जा विद्युत घट पुरविते. पण संदर्भ 3 मध्ये परिपथात विद्युत घट असले तरी नायलॉनची तार विद्युत घटापासुन बल्ब पर्यंत उर्जा नेऊ न शकल्याने बल्ब प्रकाशित होऊ शकले नाही.

म्हणुन, विद्युत घट पासुन बल्ब पर्यंतच्या उर्जेच्या स्थानांतरामध्ये पदार्थाच्या स्वभावाचा महत्वाचा वाटा आहे. विद्युत घट (स्रोत) पासुन बल्ब पर्यंत ज्या वस्तुतुन उर्जा स्थानांतर होत आहे त्याला वाहक (conductor) असे म्हणतात. आणि ज्या वस्तु मधुन विद्युत घट पासुन बल्ब पर्यंत उर्जा स्थानांतर होत नाही त्या वस्तुला निर्वाहिक (non conductor) असे म्हणतात.

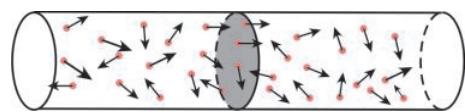
- सर्व वस्तु वाहकाची भुमिका का बजावत नाही?
 - स्रोत पासुन बल्ब पर्यंत उर्जेचे स्थानांतरण वाहक कसे करते?
- चला पाहू या.

विद्युत धारा (Electric current)

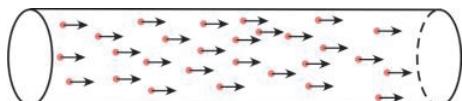
जो पर्यंत धन मुलक त्यांच्या स्थानावर असतात तेव्हा धातु सारख्या वाहकात मोठ्या संख्येने मुक्त इलेक्ट्रान असतात. असे प्रतिपादन 19 व्या शतकात डूड आणि लोरेन्ट्झ (Drude and Lorentz) या शास्त्रज्ञांनी केले. धन मुलक(ions) च्या मांडणीला जालक (lattice) असे म्हणतात.

जालक अवकाशात इलेक्ट्रानचे वागणुक माहित करु या. वाहकाला उघडे परिपथ समजू. आकृती 1 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे वाहकाच्या जालक अवकाशात इलेक्ट्रान क्रमरहीत पणे हालचाल करतात. आकृती -1 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे वाहकात एखाद्या काट छेदीला समजलो तर एका सेकंदात त्या काटछेदी डाव्या बाजुवरून उजवी कडे जाणाऱ्या इलेक्ट्रान ची संख्या एका सेकंदात त्याच काटछेदीला उजवी कडुन डावी कडे जाणाऱ्या इलेक्ट्रान संख्येच्या समान असते. म्हणजेच खुल्या परिपथा मधील वाहकात कोणत्याही काटछेदा वरून जाणारे प्रभार शुन्य असते.

- वाहकाच्या टोकाना जर विद्युत घट जोडले तर इलेक्ट्रान चे चलन कसे असते ते सांगा?



आकृती-1: इलेक्ट्रानचे क्रमरहीत चलन (खुल्या परिपथात)



आकृती-2: इलेक्ट्रानचे एका क्रमात चलन

वाहकाचे टोक जेव्हा बल्ब वरुन विद्युत घटाला जोडले असता बल्ब प्रकाशित होईल कारण की, विद्युत घट मधुन बल्ब पर्यंत उजचि स्थानांतर घडलेले आहे. उर्जेच्या स्थानातरन इलेक्ट्रान मुळे होते. जर विद्युत घट मधुन बल्ब पर्यंत उर्जेचे स्थानांतरण जर इलेक्ट्रान मुळे घडत असेल तर त्यांची गती

एका पद्धतीत असायला पाजि. जेव्हा इलेक्ट्रानची गती एका क्रमपद्धतीत असते तेव्हा वाहकातील कोणत्यातरी काटछेदा वरुन जाणारे प्रभार व्यवस्थीत पाहिजे. आकृती -2 पाहा इलेक्ट्रान च्या या क्रमपद्धतीत चलनाला विद्युत धारा (electric current) असे म्हणतात.

म्हणुन विद्युत धारा म्हणजे प्रभाराचे क्रमपद्धतीत चलन होय.

विद्युत धाराला राशी मध्ये व्यक्त करू या.

एका सेकंदात विद्युत वाहकातील कोणत्यातरी काटछेदा वरुन जाणारे प्रभाराचे परिमाणाला विद्युत धारा म्हणतात.

t वेळात, एक वाहकातील काटछेदी वरुन जाणारे प्रभार Q समजु तेव्हा एका सेकंदात त्या वाहकातील त्याच काटछेदा वरुन जाणारे प्रभार Q/t होते. म्हणुन

विद्युत धारा = विद्युत प्रभार / वेळ

$$I = Q/t$$

विद्युत धाराचे SI एकक एम्पीयर आहे ते A ने दर्शवितात.

1 एम्पीयर = 1 कुलंब/1 सेकंद

1 A = 1 C/s

- इलेक्ट्रान एका निश्चित दिशेत का हालचाल होतात?

विद्युत घटा मधुन परिपथाला वाहक जेव्हा जोडलेले नसते, वाहकामधील इलेक्ट्रान क्रमरहीत हालचाल करतात पण जेव्हा विद्युत धाराला वाहक जोडतो तेव्हा इलेक्ट्रान एका निश्चित दिशेत हालचाल करतात. इलेक्ट्रान निश्चित दिशेत हालचाल करण्याचे मागे काही कारण आहे असे दिसते. वाहकाच्या दोन्ही टोकाला विद्युत घटाच्या टोकानी जोडले असता, पुर्ण वाहकात एक सारखे विद्युत तयार होते. हा क्षेत्र इलेक्ट्रान ला निश्चित हालचाल करावयास लावते.

- इलेक्ट्रान कोणत्या दिशेत हालचाल करतात?
- इलेक्ट्रान्स निरंतर त्वरणीत होतात का?
- ती स्थिर गतीने हालचाल करतात का?

विद्युत क्षेत्राबद्दारे वाहकामधील मुक्त इलेक्ट्रान त्वरणीत होतात आणि क्षेत्राच्या दिशेच्या विरुद्ध दिशेत हालचाल करतात. क्षेत्राच्या प्रभावाने जेव्हा इलेक्ट्रान्स गती मध्ये असतात, जालक, मुलक सोबत आघात करतात. उर्जा गमवतात आणि प्रत्येक आघात ते निश्चल स्थितीत येतात. विद्युत क्षेत्राबद्दारे ते पुन्हा त्वरणीत होतात आणि दुसऱ्या जालक मुलकाशी आघात मारतात. या पद्धतीतने वाहकामध्ये ते हालचाल करतात.

आकृती - 3 मध्ये इलेक्ट्रानची गती दाखविलेली आहे. म्हणुन वाहकामधील इलेक्ट्रान ची हालचाल एका स्थिर सरासरी गतीने असते असे समजू. आपण या गतीला अनुगमन गती किंवा अनुगमन वेग (drift speed किंवा drift velocity) म्हणतो.

मुक्त प्रभाराला अनुगमन गती ने मोजू या.

A काटछेदी क्षेत्रफळ असलेल्या वाहकाच्या दोन्ही टोकाना विद्युत घटाला जोडले तर त्या मध्ये विद्युत प्रसार होते. आकृती - 4 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे प्रभाराची अनुगमन गती v_d समजू. एकक घनफळ (प्रभार घनता) मध्ये वाहकातील उपस्थिती प्रभाराची संख्या n एका सेंकदामध्ये प्रत्येक प्रभाराने कापलेले अंतर v_d आहे. तर या अंतरासाठी वाहकाचा घनफळ Av_d च्या समान असते. (आकृती 4 पाहा) घनफळ (volume) असलेल्या प्रभाराची संख्या nAv_d च्या समान आहे. प्रत्येक वाहकाची प्रभार q समजू. एका सेंकदात D वरील काटछेदी वरून जाणारे एकुण प्रभार $nqAv_d$ होते. हे विद्युत धारेच्या समान आहे.

म्हणुन,

$$\text{विद्युत धारा } I = nqAv_d \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

$$\text{म्हणुन } v_d = I/nqA \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

आपल्याला माहित आहे की, वाहकामध्ये इलेक्ट्रान हे प्रभाराला वाहून नेते. विद्युत प्रभाराचे परिमाण 'e' हा $1.602 \times 10^{-19} C$ असतो.

काटछेदी (cross sectional) क्षेत्रफळ A = $10^{-6} m^2$ असलेल्या तांब्याच्या तारापासुन 1A विद्युत धारा असतांना इलेक्ट्रान ची अनुगमन गती माहित करू या. प्रयोग पुर्ण झाल्यानंतर माहित केलेले तांबे इलेक्ट्रानची घनता n = $8.5 \times 10^{28} m^{-3}$, q = e हे समीकरण (2) मध्ये प्रतिक्षेपीत करून

$$v_d = 1/(8.5 \times 10^{28} \times 10^{-6} \times 1.6 \times 10^{-19})$$

$$v_d = 7 \times 10^{-5} m/s = 0.07 mm/s$$

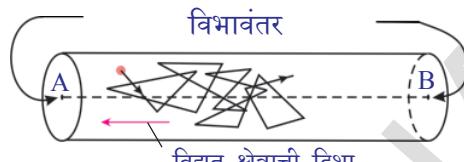
या वरून असे दिसते की, इलेक्ट्रान्सची हालचाल खुप हल्ळून होत आहे.

- जेव्हा आपण बटन चालू करतो तेव्हा लगेच बल्ब का प्रकाशित होतो?

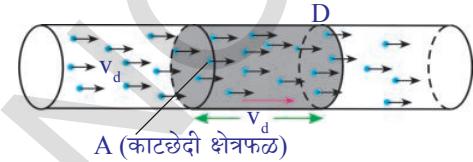
विद्युत परिपथात बटन चालू केल्यावर लगेच परिपथातील विद्युत जनक विद्युत घटाचे विभावंतर (potential difference) मुळे पुर्ण वाहकात विद्युत क्षेत्र तयार होते. वाहकाची लांबी किंतीही असली तरी लगेच विद्युत क्षेत्र निर्माण होते. हा विद्युत क्षेत्र निर्माण झाल्याने त्याच्या प्रभावामुळे वाहकातील इलेक्ट्रान निश्चित दिशेत हालचाल करतात.

- विद्युत धाराची दिशा आपण कशी ठरवू शकतो?

समीकरण $I = nqAv_d$ ने n आणि A च्या किंमती धन आहेत म्हणुन निर्देशित करते. q प्रभारचे चिन्ह संकेत आणि अनुगमन गती v_d व्दारा विद्युत धाराची दिशा ठरविली



आकृती-3: इलेक्ट्रानचे चलन



आकृती-4: धन प्रभारीत चे अनुगमन

जाते. ऋण प्रभारीत इलेक्ट्रान्स साठी q हा ऋण आणि v_d हा धन असतो. तर q आणि v_d चा गुणाकार ऋण असतो. हे ऋण चिन्ह संकेत असे दाखविते की, विद्युत धाराची दिशा ही ऋण प्रभाराच्या प्रवाहाच्या विरुद्ध असते. धन प्रभारासाठी q आणि v_d चे गुणाकार हा धन असतो. म्हणुन धन प्रभाराच्या प्रवाहाच्या दिशे वरून विद्युत धाराची दिशा ठरविल्या जाते.

- विद्युत धारा आपण कशी मोजु शकतो ?

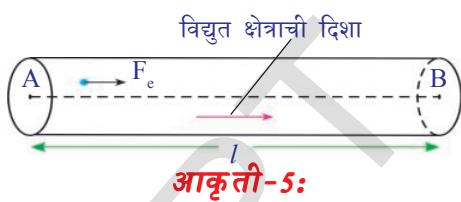
साधारणत: विद्युत धारा मोजण्यासाठी अम्मीटर (ammeter) चा वापर करतात. हे केवळाही परिपथा च्या श्रेणीत जोडलेला असतो.

- इलेक्ट्रान उर्जेला कोठुन संपादीत करतात ?

विभवांतर (Potential Difference)

वाहक तारेच्या दोन टोकाला विद्युत घटाच्या टोकाने जोडले असता, पुण वाहकात विद्युत क्षेत्र तयार होते. हे विद्युत क्षेत्र प्रभार (इलेक्ट्रान) वर शक्तीचा प्रयोग करते. मुक्त प्रभार q वर विद्युत क्षेत्राने लावलेली शक्ती F_e समजु. विद्युत क्षेत्राच्या दिशेमध्ये मुक्त प्रभार त्वरणीत होतात. (ते मुक्त प्रभार जर इलेक्ट्रान असतील तर त्यावर विद्युत क्षेत्र दिशेच्या विरुद्ध दिशेला विद्युत बल काम करते.) म्हणजेच मुक्त प्रभाराला निश्चित दिशेत हालचाल करायला लावण्यासाठी विद्युत क्षेत्र थोडे काम करते.

- विद्युत बलाने केलेले काम तुम्ही माहित करु शकता का ?



आकृती -5 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे विद्युत बल प्रभाराला A पासून B ला 'l' अंतर हालचाल करावयास लावले असे समजु. बलाच्या दिशेवरून काम हे बल आणि अंतराचे गुणाकार आहे हे आपल्याला माहित आहे.

म्हणुन, मुक्त प्रभार वर विद्युत बलाव्दारे झालेले काम,

$$W = F_e l$$

एकक प्रभारावर विद्युत बलाव्दारे झालेले काम किती आहे ?

$$\text{एकक प्रभारावर विद्युत बलाव्दारे झालेले काम} = W/q = F_e l/q$$

एक धन प्रभाराने A पासून B पर्यंत 'l' अंतर हालचाल करण्यास लावलेले विद्युत बलाला A ते B चे विभावांतर (potential difference) म्हणतात. विभावांतर हे V चिन्हाने दर्शवितात. वाहकाच्या तारेत परस्पर l अंतरावर असलेल्या दोन बिंदुच्या मध्ये विभावांतर खालील प्रकारे लिहू शकतो.

$$V = W/q = F_e l/q$$

या विभावंतर ला विद्युत दाब (voltage) सुधा म्हणतात. विभावंतर चे SI एकक हे विद्युत दाब ("Volt") आणि ते V ने दर्शवितात.

$$1 \text{ दाब} = 1 \text{ ज्युल} / 1 \text{ कुलंब}$$

$$1V = 1J/C$$

- विभावंतर नुसार विद्युत धारा कोणत्या दिशेला असते?
- वाहकामध्ये धन प्रभार हालचाल करतात का? या साठी तुम्ही एक उदाहरण ठेऊ शकता का?

8 व्या वर्गात शिकलेल्या प्रवाही पदार्थाच्या विद्युत वाहकाला विद्युत अपघटन आणि विद्युत पत्रा (electrolysis and electroplating) या विषयी आठवण करू या. प्रवाही पदार्थातुन विद्युत प्रवाह करत असतांना धन मुलक आणि ॲण्ड मुलक (positive ions (cations) आणि negative ions (anions) परस्पर विरुद्ध दिशेत हालचाल करतात. ॲण्ड प्रभार हे धन प्रभाराच्या विरुद्ध दिशेला हालचाल करते वेळेस विद्युत अपघटनी मध्ये धन प्रभाराच्या चलना(motion) ची दिशा केवळांही विद्युत क्षेत्राच्या दिशेमध्ये असते. म्हणजेच द्रवात विद्युत प्रवाह होण्यासाठी धन आणि ॲण्ड प्रभार दोन्ही चलनात असतात. पण धातु वाहकात फक्त इलेक्ट्रान्स चे चलन असते. (जालक मध्ये धन प्रभार असतात)

वाहकात A ते B धन प्रभार हालचाल केले तर विद्युत क्षेत्र केलेले काम हे धन काम होते म्हणून धन प्रभारासाठी W/q हे धन आहे. यावरुन विद्युत क्षेत्राची दिशा A ते B कडे आहे असे तुम्ही सांगु शकतो. म्हणजे A हा बिंदु जास्त विभव (potential) वर आहे. ॲण्ड प्रभार केवळांही विद्युत क्षेत्राच्या विरुद्ध दिशेला चलन करत असल्यामुळे इलेक्ट्रान कमी विभव वरुन जास्त विभव कडे चलन करते म्हणुन सांगु शकतो.

विद्युत घट पुर्ण पणे विप्रभारीत (discharged) होई पर्यंत त्याच्या टोकाच्या मध्ये स्थिर विभावंतर स्थिर असते म्हणुन आपल्याला माहित आहे.

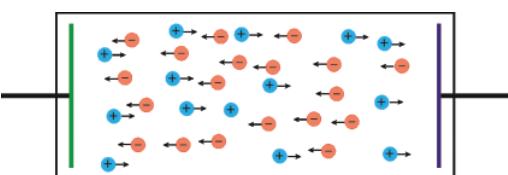
- विद्युत घटा त्याच्या टोकाच्या (terminals) मध्ये स्थिर विभावंतर कायम ठेऊ शकते का?
- विद्युत घटाचे धन आणि ॲण्ड टोक जेव्हा वाहकाने जोडले जाते तेव्हा विद्युत घट विप्रभारीत का होते?

याचे उत्तर देण्यासाठी विद्युत घट कसे काम करते हे आपल्याला माहित असणे आवश्यक आहे.

विद्युत घटामध्ये धातुचे दोन तबक (विद्युत आकर्षक electrodes) आणि रसायन(विद्युत अपघटनी) असतात. बॅटरीच्या दोन धातुच्या तबकाच्या मध्ये असलेले विद्युत अपघटनी (रसायन) मध्ये धन आणि ॲण्ड मुलक असतात जे परस्परांच्या विरुद्ध चलन करतात. (आकृती-6 पाहा) या मुलक वर विद्युत अपघटनी निश्चित बळ लावतो. आणि त्याना निश्चित दिशेमध्ये चलन करावयास लावतो. या बळाला रसायनीक

बल(F_e) म्हणु या. विद्युत घटात वापरलेल्या रसायनाच्या स्वभावावरून धन मुलक, विद्युत घटातील कोणत्या तरी एका धातुच्या तबकाकडे हालचाल करून तबकावर जमा होतात. या तबकावर प्रभार जमा झाल्यामुळे हे तबक धन प्रभारीत होते. याला धनाग्र (anode) म्हणतात. धन मुलक च्या चलनच्या विरुद्ध दिशेत क्रण मुलक चे चलन असते आणि ते दुसऱ्या तबकावर जमा होते. तर हे तबक क्रण प्रभारीत होते. आणि त्याला क्रणाग्र (cathode) म्हणतात. धातुच्या तबकावर प्रभार पाहिजे तेवढ्या स्थितीला येईपर्यंत या प्रमाणे प्रभाराचा साठा होत जातो.

धातुच्या तबकावर प्रभार पाहिजे तेवढ्या स्थितीला आल्यावर मुलक च्या हालचालीवर इतर बल काम करते. या बलाला विद्युत बल (F_e) म्हणु या. या बलाची दिशा रसायन



आकृती-6:

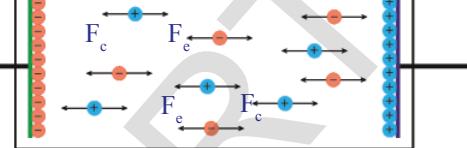
बलाच्या दिशेच्या विरुद्ध असते आणि या बलाचे परिमाण धातुच्या तबकावर जमा झालेल्या प्रभारावर आधारून असते.

विद्युत बल F_e जास्त रसायन बल F_e असले तर प्रभारच्या तबकावर पोहचायला पाहिजे. तिथे वर वर हालचाल करतात. आकृती 7 पाहा. रसायन बलासोबत विद्युत बल समान होई पर्यंत प्रभार तबका वर जमा होत जातात. विद्युत बल रसायन बलाच्या समान झाल्यावर प्रभाराची गती थांबते. याला आपण आकृती 8 मध्ये पाहू शकतो. आपण विकत घेतलेले नवीन घट हे समबल प्रभावात असलेल्या प्रभाराच्या स्थितीत असतात. आकृती 9 पाहा. म्हणुन विद्युत घटाच्या दोन टोकाच्या मध्ये स्थिर विभावंतर असते.

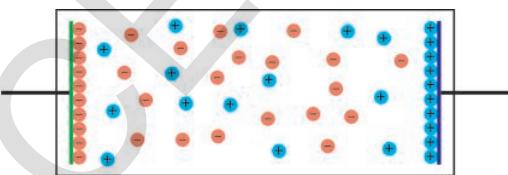
विद्युत घटातील तबकावर जमा झालेले प्रभार परिमाण, विद्युत घटात वापरलेल्या रसायनाच्या स्वभावावर आधारीत असते.

- परिपथा मध्ये जेव्हा विद्युत घटाला जोडतो तेव्हा काय घडते.

एका वाहकाची तार विद्युत घटाच्या टोकाना जोडल्या वर, वाहक तार दोन टोकाच्या मधात विभावंतर निर्माण होते. हा विभावंतर पुर्ण वाहकात विद्युत क्षेत्र निर्माण करते. (वाहकामध्ये विद्युत क्षेत्राची दिशा ही धन टोक ते क्रण टोक असते.)



आकृती-8:



आकृती-9:

वाहकात मोठ्या संख्येन इलेक्ट्रानची संख्या असते हे आपल्याला माहित आहे. विद्युत घटातील धन धूवात त्याच्या जवळ असलेल्या घटातील इलेक्ट्रानला आकर्षित करतात. त्यामुळे इलेक्ट्रान धन धूवाकडे हालचाल करतात. तेव्हा त्या तबकावर धन प्रभार परिमाण कमी होते. म्हणुन रसायन उर्जे पेक्षा विद्युत उर्जा कमी होते. तेव्हा रसायन बल, ऋण प्रभार मुलकांना धन प्रभारीत तबका वरुन बाहेर ओढुन त्यांना ऋण प्रभार तबकाकडे हालचाल करण्यास लावते. या ऋण प्रभारीत मुलक, ऋण धूवामध्ये असणाऱ्या शक्तीवान विकर्षण कारणामुळे ऋण धृव वाहकात इलेक्ट्रानला ढकलतो. म्हणुन विद्युत प्रवाह होत असतांना वाहकातील इलेक्ट्रानची संख्या स्थिर असते. रसायन उर्जा F_c आणि विद्युत उर्जा F_e मध्ये समतोल स्थिती येई पर्यंत वर सांगीतलेल्या प्रमाणे प्रक्रिया निरंतर चालु असते.

विद्युत प्रेरणा शक्ती (Electromotive force (emf))

एक वाहक तारेला विद्युत घटाच्या धूवाला जोडल्या वर वाहकातील इलेक्ट्रान वर विद्युत उर्जा काम करत असल्यामुळे ते ऋण धूवा वरुन धन धूवाकडे अनुगमन गती ने हालचाल करतात. याच वेळेत विद्युत घटातील रसायन बल (F_c) च्या प्रभावाने इलेक्ट्रान प्रभार परिमाणाला समान परिमाणात ऋण मुलक विद्युत बलाच्या(F_e) अडथळा मुळे धन धूवाकडुन ऋण धूवाकडे हालचाल करतात. या प्रकारे विद्युत घटातील मुलकांना हालचाल करावयास लावण्यासाठी काही रसायन शक्ती खर्च होते. म्हणजे रसायन उर्जा काही प्रमाणात काम करते.

परिमाण असलेल्या ऋण प्रभाराला विद्युत बलाच्या विरुद्ध धनधूवा वरुन ऋण धूवाकडे हालचाल करावयास लावण्यासाठी रसायन बल केलेले काम ‘W’ समजू. रसायन बल F_c आणि विद्युत बल(F_e) परिमाण समान समजू.

रसायन बलाबदारे ऋण प्रभार q वर केलेले काम $W = F_c d$ येथे ‘d’ हा धूवामधील अंतर होय. 1 कुलंब प्रभार धन धूवावरुन ऋण धूवापर्यंत हालचाल करावयास लावण्यासाठी रसायन बल ने केलेले काम $W/q = F_c d/q$. आपणास माहित आहे की, $F_c = F_e$, म्हणून $W/q = F_e d/q$.

W/q हा एकक ऋण प्रभाराला धनधूवा कडुन ऋण धूवापर्यंत हालचाल करावयास लावण्यासाठी रसायन बल ते केलेले काम होय. याला emf (ϵ) असे म्हणतात.

$$\epsilon = W/q = F_e d/q$$

साधारणत: emf ला एकक धन प्रभाराला ऋण धूवा कडुन धन धूवा कडे हालचाल करावयास लावण्याच्या रसायनीक बलाने केलेले काम म्हणुन व्याख्या करू शकतो.

- विभवांतर किंवा emf आपण कसे मोजू शकतो?

साधारणतः विद्युत घटासारख्या विद्युत उपकरणामधील दोन ध्रुव मधील विभावंतर किंवा emf मोजण्यासाठी विद्युत दाब मीटरचा उपयोग करतात. परिपथात याला विद्युत उपकरणाच्या दोन ध्रुव मध्ये समांतर जोडतात.

जेव्हा टार्च लाईट मध्ये एक विद्युत घट बरेच दिवस वापरलो तर याचा प्रकाश कमी पडतो. तेव्हा आपण असे म्हणतो की, त्या मधील विद्युत घट विप्रभारीत झाले आहे. म्हणजे याचा अर्थ काय?

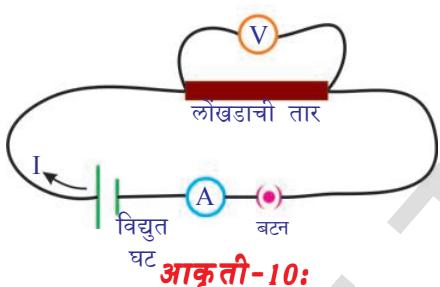
- विद्युत घटाला जोडलेल्या वाहकातील इलेक्ट्रानची अनुगमन गती आणि विद्युत घटाच्या emf मध्ये काही संबंध आहे का?

ओहम चा नियम (Ohm's law)



उद्देश: वाहकासाठी V/I चे गुणोत्तर स्थिर आहे असे सिद्ध करणे.

आवश्यक सामग्री: प्रत्येकी $1.5V$ चे 5 विद्युत घट (सेल), वाहकाचे तारे, अॅम्मीटर, विद्युत द्राव मीटर (a volt meter), 10 से.मी. लांबीची बारीक लोखंडाची तार, बटन आणि LED



पद्धत: आकृती 10 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे परिपथाची जोडणी करा. बटन चालु करून, अॅम्मीटरातील विद्युत प्रवाह, विद्युत दाब मीटर मधील विभावंतर यंत्रावरील मोजमाप माहित करून तत्ता -1 मध्ये नमुद करा.

तत्ता :1

क्र.स.	विभावंतर (V)	धारा (I)	V/I

आता परिपथा मध्ये एक सेलच्या ऐवजी दोन सेल (श्रेणीत) जोडा अॅम्मीटर आणि होल्टमीटर च्या अनुसरून असलेले मापाची नोंद तत्ता-1 मध्ये भरा. पुन्हा असाच प्रयोग अनुक्रमे तीन सेल, चार सेल, आणि पाच सेल साठी करा. प्रत्येक संदर्भामध्ये विभावंतर (V) आणि धारा (I) च्या किंमतीची नोंद करून तत्ता -1 मध्ये नमुद करा. किंमतीच्या प्रत्येक संचासाठी V/I ची किंमत माहित करा. तुमच्या काय लक्षात आले? V/I चे गुणोत्तर स्थिर आहे. याला आपण गणितामध्ये असे लिहु शकतो.

$$V \propto I$$

या प्रयोगावरून, लोखंडाची तार (वाहक) च्या दोन टोकाच्या मधील विभावंतर त्या टोकाच्या मध्ये प्रवाहीत विद्युतला समप्रमाणात असते म्हणुन सांगु शकतो. (लोखंडाच्या तारेत विद्यूत प्रवाह होत असतांना त्याचे तापमान स्थिर आहे असे गृहीत धरु)

विद्युत (I) किंमतीत y- अक्षावर, विभावंतर V किंमतीना x- अक्षावर घेऊन योग्य ते प्रमाण घेऊन योग्य ते प्रमाण घेऊन V/I च्या मधील आलेख काढा. आकृती 11 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे तुम्हाला आरंभ बिंदु मधुन जाणारी सरळ रेषेचा आलेख मिळेल.

लोखंडाच्या तारे ऐवजी LED चा वापर करून ही प्रक्रिया पुन्हा करा. LED चे लांब टोकाला विद्युत घटाचे धन धूव जोडा आणि लहान टोकाला विद्युत घटाचे क्रण धूव जोडा. प्रत्येक संदर्भामध्ये विद्यूत I, आणि विभावंतर V च्या किंमतीची नोंद करून तत्ता -1 मध्ये नमुद करा. I आणि विभावंतर 'V' च्या प्रत्येक संचासाठी V/I माहित करा. I आणि V चे गुणोत्तर स्थिर नाही हे तुमच्या लक्षात येते. LED साठी V आणि I मधील आलेख काढा. आकृती -12 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे तुम्हाला वक्र आलेख मिळेल.

वरील प्रयोगशाळा कृती वरून आपण असे निष्कर्ष काढु शकतो की, स्थिर तापमानावर काही वस्तुसाठी V आणि I मधील गुणोत्तर स्थिर असते. ही वस्तुस्थिती पाहिल्यांदा जर्मन भौतिकशास्त्रज्ञ, जार्ज साईमन ओहम (George Simon Ohm) ने सांगीतले. याला ओहम चा नियम म्हणुन ओळखला जातो.

ओहमचा नियमाची व्याख्या आपण खालील प्रकारे करु शकतो.

वाहकाची भौतिक अवस्था कायम राहत असल्यास (स्थीर तापमान) वाहकाच्या दोन टोकांमधील विभावंतर हे वाहकातुन जाणारी विद्यूत धारेशी सम प्रमाणात असते.

समजा वाहकाच्या दोन टोकांमधील विभावंतर V आणि वाहकातुन जाणारी विद्यूत धारा I

$$V \propto I \text{ (स्थिर तापमान)}$$

$$V/I = \text{स्थिर}$$

या स्थिरला वाहकाचे रोध (resistance) म्हणतात. हे 'R' ने निर्देशित करतात.

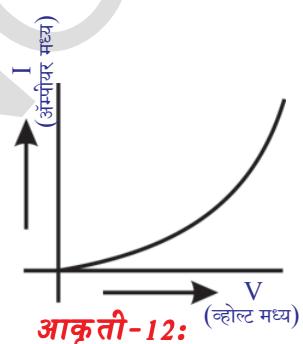
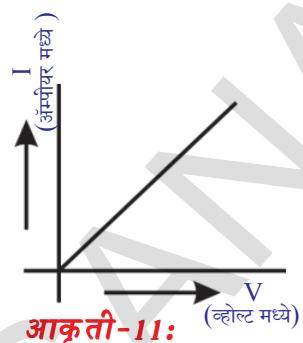
$$\text{तर } V/I = R.$$

$$V = IR$$

रोध चे SI एकक ओहम आहे. ओहम चे चिन्ह Ω आहे.

$$1 \Omega \text{ ओहम} = 1 \text{ वोल्ट}/1 \text{ अम्पीयर}$$

$$1 \Omega = 1 \text{ V/A}$$



- LED च्या संदर्भात V आणि I चे गुणोत्तर का समान नाही याचा तुम्ही अंदाज करू शकता का?
- सर्व पदार्थ ओहम च्या नियमाला पाळतात का?
- ओहमच्या नियमाच्या आधारावर आपण पदार्थाचे वर्गीकरण करू शकतो? जे ओहम चा नियम पाळतात त्यांना ओहम पदार्थ म्हणतात. उदा. धातु हे ओहम पदार्थ आहेत. जे ओहमचा नियम पाळत नाही त्यांना ओहम नियम न पाळणारे पदार्थ म्हणतात. उदा. LEDहा ओहम नियम न पाळणारा पदार्थ आहे.

ओहमच्या नियमाचे मर्यादा (Limitations of Ohm's Law)

धातुचे वाहक ओहम चा नियम पाळतात. पण त्यांचे तापमान इतर भौतिक अवस्था स्थिर असायला पाहिजे. तापमानाला अनुसरून पदार्थाचे रोध बदलते. म्हणुन तापमान बदलले की, वाहकाला संबंधीत V-I चा आलेख रेषीय नसतो. वायु वाहकाना हा ओहम नियम लागु पडत नाही. तसेच सिलीकॉन आणि जर्मनियम सारख्या अर्धवाहकासाठी सुधा हे लागु पडत नाही.

- रोध म्हणजे काय?
- सर्व पदार्थासाठी रोध ची किंमत सारखी असते का?

एका वाहकाला विद्युत घटाशी जोडले असता त्यातील मुक्त इलेक्ट्रान निश्चीत दिशेला अनुगमन गतीने हालचाल करणे सुरुवात करते. चलन करतांना इलेक्ट्रान जलकाच्या धन मुलका सोबत आघात करून थांबतात. म्हणजे याचा अर्थ असा की, ते उष्णतेच्या स्वरूपात यांत्रिक उर्जा गमवतात. विद्युत घटाच्या साहाय्याने पुर्ण वाहकात तयार केलेले विद्युत क्षेत्रामुळे इलेक्ट्रान पुन्हा उर्जेला ग्रहन करून हालचाल करणे सुरुवात करतात. जलाका मुलक इलेक्ट्रान्सच्या चलनाला करणारी अडथळा त्या पदार्थाच्या स्वभावावर अवलंबुन असते.

म्हणुन वाहकाच्या रोधाला वाहकातील इलेक्ट्रानच्या चलनाला करणारी अडथळा म्हणुन व्याख्या करू शकतो. इलेक्ट्रान चलनाला रोध करणाऱ्या पदार्थाला रोधक(resistor) असे म्हणतात.

- दैनंदिन जिवनामध्ये ओहमच्या नियमाचा काही उपयोग होतो का?
- आपल्या शरीराला विजेचा धक्का लागण्याचा कारण विद्युत धारा आहे का? विद्युत दाब आहे?
- चला पाहू या.

विजेचा धक्का (Electric shock)

मानवी शरीर हे रोधक आहे असे गृहीत धरू. साधारणत: मानवी शरीराचा रोध 100Ω (शरीर मीठाच्या पाण्यात भिजुन असेल तेव्हा) पासुन $5,00,000\Omega$ (जर त्वचा खुप कोरडी असेल) मानवी शरीरात प्रवाहीत विद्युत धारा मोजु या. समजा तुम्ही $24V$ विद्युत घटाच्या ध्रुवाना तुमच्या बोटाने स्पर्श केल्यावर परिपथ पुर्ण झाले असे समजू. तुमच्या शरीराचे रोध $1,00,000\Omega$ आहे असे समजू. तर तुमच्या शरीरातुन प्रवाहीत

विद्युत धारा $I = 24/100000 = 0.00024A$. हे खुप कमी विद्युत धारा आहे. अशी विद्युत धारा आपल्या शरीरातुन प्रवाहीत झाला तर शरीरातील विविध अवयव करणाऱ्या कामा मध्ये प्रभाव टाकत नाही.

- आपल्या घरात वापरणारे विद्युत दाब किती तुम्हाला माहित आहे काय ?
- 240V तारेला स्पर्श केला तर काय घडते ?

240V असलेल्या तारेला स्पर्श केल्यावर आपल्या शरीरातुन प्रवाहीत विद्युत धारा $I = 240/100000 = 0.0024A$. या परिमाणातील विद्युत धारा आपल्या शरीरात प्रवाहीत झाले तर शरीरातील विविध अवयव करणाऱ्या कामामध्ये अडथळा निर्माण करते. असा अडथळा निर्माण करणे म्हणजेच विद्युत धक्का लागणे होय. आपल्या शरीरात आणखी विद्युत धारा प्रवाहीत होत असेल तर शरीरातील उती खराब होतात ज्यामुळे शरीराची रोध कमी होत जाते. जेव्हा हा विद्युत धारा जास्त वेळा पर्यंत प्रवाहीत होत असेल तर उती आणखी खराब होऊन शरीरातील रोध आणखी कमी होते. जर शरीरात विद्युत धारेचा प्रवाह $0.07A$ पर्यंत वाढला तर ते हृदयाच्या कायविर प्रभाव टाकते. जर एवढी विद्युत धारा हृदयातुन 1 सेंकंदापेक्षा खुप वेळा पर्यंत प्रवाहीत झाली तर ते प्राणघातक होऊ शकते. जर एवढी विद्युत धारा जास्त वेळा पर्यंत प्रवाहीत झाला तर विजेच्या धक्क्याने व्यक्ती मरतो. मानवी शरीरावर विद्युत धाराचा प्रभाव तक्ता-2 मध्ये दिलेले आहे ते पाहा.

तक्ता -2

वैम्पीयरमध्ये विद्युत धारा	प्रभाव
0.001	प्रभाव भासते
0.005	इजा होते
0.010	स्नायु अंकुचन पावते.
0.015	स्नायुचा तोल बिघडतो.
0.070	1 सेंकंदापेक्षा जास्त वेळा पर्यंत हृदयाव्दारे प्रवाहीत झाले तर प्राण घातक होते

वरील चर्चे वरून आपल्या शरीरातील कोणतेही दोन अवयवामध्ये विभावंतर असले तेव्हा विजेचा धक्का लागतो असे आपण निष्कर्ष काढु शकतो. मानवी शरीरातुन विद्युत धारा प्रवाहीत होताना कमी रोध असलेले मार्गाला ते निवडते. आपल्या शरीरात सर्व ठिकाणी एक सारखे रोध नसते. उदाहरणार्थ शरीराच्या आतील अवयवापेक्षा त्वचाचा रोध जास्त असतो. शरीरात विद्युत धारेचा प्रवाह जस जसे होत जाते तस तसे विद्युत धारा आणि शरीराचा रोध व्यस्त मध्ये बदलत जाते. म्हणुन विजेचा धक्का हा विभावंतर, विद्युत धारा आणि मानवी शरीराचा रोधाचा एकत्रित प्रभाव आहे.

- जास्त विद्युत दाब तारेवर उभे राहीलेल्या पक्षीला विजेचा धक्का का लागत नाही? विद्युत खांबावर दोन समांतर वाहकाची तार असतात. या दोन्हीही मध्ये 240V विभावंतर असते. या दोन्हीच्या मध्ये एखादे विद्युत उपकरण जोडले तर ते विद्युत धारे ने प्रभावित होते. म्हणजे एखाद्या मध्ये विद्युत प्रवाहीत करायचे असेल तर या दोन तारांना जोडावे. जेव्हा जास्त विद्युत दाब या तारेवर पक्षी उभे राहते तर पक्षीच्या पायामध्ये केणतेही विभावंतर नसते कारण ते एका तारेवर उभे असते. म्हणुन पक्षी मध्ये विद्युत धारेचा प्रवाह होत नाही. त्यामुळे पक्षीला विजेचा धक्का बसत नाही.

(?) आपणास माहित आहे का?

बहुमापी (multi meter) हा एक इलेक्ट्रॉनिक उपकरण आहे. हे रोध विद्युत दाब, विद्युत धारा सारख्या किंमतीना मोजु शकतो. याच्याने मोजलेल्या किंमतीना संख्येमध्ये दाखवते.

बहुमापीला तीन भाग असतात.

डिस्पेले (Display): बहुमापी चार अंक दाखवु शकते आणि त्रिंशीच्या चिन्ह पण हे दाखवु शकते.

सलेक्शन नॉब (Selection knob): विद्युत दाब V रोध Ω इत्यादी मध्ये कशाला मोजावे याला अनुसरून बहुमापीची मांडणीसाठी सलेक्शन नॉब चा उपयोग होतो.

पोर्ट्स (Ports): बहुमापी साधारणत: दोन भागात असते. त्यामध्ये एका वर 'COM' (common or ground port) लिहून असते. या मध्ये काळ्या रंगाच्या तारेची (test lead) मांडणी करावी. दुसऱ्यावर mA Ω असे लिहून असते यामध्ये लाल रंगाची तारेची मांडणी करावी.



सुचना: बरेचशया बहुमापी AC राशीना सुध्दा मोजु शकतात पण AC परिपथ धोकादायक असु शकते. म्हणुन फक्त DC राशीना मोजा.

पदार्थाच्या रोधावर प्रभाव टाकणारे घटक तापमान आणि रोध (Temperature and resistance)

कृती 2

खुल्या परिपथा मध्ये असलेल्या बल्बचा रोध बहुमापीच्या साहाय्याने मोजा. बल्बच्या रोधाला मोजण्यासाठी बहुमापीला ओहम मीटर म्हणुन तयार करा. सलेक्शन नॉब च्या साहाय्याने बहुमापीला 20K Ω वर मांडणी करून त्याच्या तारांना बल्ब च्या टोकांना जोडा. मापी खालील पैकी एक माप दाखवले आहे.

- 0.00 किंवा 1 किंवा बल्बचे वास्तव रोध

- जर बहुमापी 1 किंवा OL दाखवत असेल तर त्याच्या वर जास्त भार पडल्याचा संकेत होय. तर अशा वेळी बहुमापीच्या नॉबला $200\text{K }\Omega$ किंवा $2\text{M }\Omega$ इत्यादी
- जर बहुमापी 0.000 किंवा 0 च्या जवळची किंमत दाखवत असेल तर बहुमापीच्या नॉबला $2\text{K }\Omega$ किंवा $200\text{ }\Omega$ वर बदलून घ्यावा.

रोधच्या किंमतीना तुमच्या वहीत नोंद करा. आकृती -13 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे घटकांना परिपथामध्ये जोडा. परिपथाचे बटन चालु करा.

काही मिनीटाच्या नंतर, वर स्पष्ट केल्या प्रमाणे, बल्ब चे रोध पुन्हा मोजा. या किंमतीचा तुमच्या वहीत नोंद करा. वरील दोन्ही किंमतीमध्ये कोणता फरक तुमच्या लक्षात आला? खुल्या परिपथा मधील बल्बच्या रोधापेक्षा दुसऱ्या वेळेच्या बल्बचे रोध जास्त आहे.



आकृती-13:

- बल्ब मधून विद्युत धारा प्रवाहीत होत असतांना त्याचे रोध वाढण्याचे कारण काय असु शकते?

बल्ब गरम झालेले तुम्हाला दिसेल. बल्ब मधील अगदी बारीक तारेची (filament) तापमान वाढल्याने बल्बचा रोध वाढतो. म्हणुन आपण असा निष्कर्ष काढु शकतो की, बल्बचा रोध आणि त्याचा तापमानामध्ये संबंध आहे.

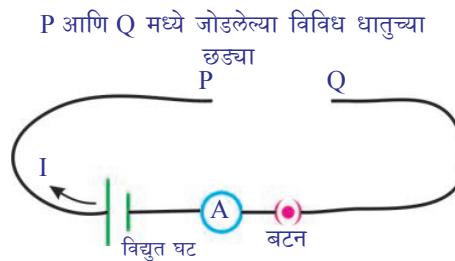
म्हणुन वाहकांच्या दोन टोका मधील स्थिर विभवांतरसाठी वाहकांच्या रोधाची किंमत तापमानावर अवलंबुन असते.

पदार्थाचे स्वभाव आणि रोध (Nature of material and resistance)

कृती 3

तांबे, अल्युमीनीयम, लोखंड सारखे विविध प्रकारचे धातुचे तार गोळा करा. त्यांची लांबी आणि काटलेली क्षेत्रफल समान असायला पाहिजे. आकृती -14 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे परिपथ बनवा. P आणि Q टोकाच्यामध्ये कोणते तरी एक धातुचे तार जोडा. परिपथाचे बटन चालु करा. परिपथाला जोडलेल्या अॅम्मीटर च्या साहाय्याने विद्युत धारा मोजून तुमच्या वहीत नमुद करा. इतर धातुच्या तारे सोबत असेच पुन्हा करा आणि प्रत्येक संदर्भात विद्युत धारा मोजा. तुमच्या काय लक्षात येते? विभवांतर स्थिर असतांना विद्युत धारेची किंमत विविध धातुच्या तारेला वेगवेगळी असते असे तुमच्या निरिक्षणास येते. या कृती वरून आपण असा निष्कर्ष काढु शकतो की, वाहकाचा रोध हा वाहकाच्या वस्तुवर अवलंबुन असते.

- वाहकाची लांबी जर वाढवली तर वाहकाचे रोध कसे असते?



आकृती-14:

माहित करु या.

वाहकाची लांबी आणि रोध (Length of the conductor and resistance)

कृती 4

सारखा काटछेदी क्षेत्रफळाच्या वेगवेगळ्या लांबीच्या लोखंडाच्या आच्या (iron spokes) गोळा करा. आकृती 14 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे परिपथ बनवा. 10 से.मी. लांबीची एक आरी Pआणि Q मध्ये जोडा. परिपथाला जोडलेल्या अँममीटर च्या साहाय्याने वापरलेल्या विद्युत धारेची किंमत मोजा. त्या किंमतीला तुमच्या वहीत नोंद करा. लोखंडाच्या इतर लांबीच्या आरी सोबत ही कृती पुन्हा करा. विद्युत धारेच्या संबंधीत किंमती तुमच्या वहीत नोंद करा. तुमच्या काय लक्षात आले? आरीची लांबी जशी वाढत आहे तशी विद्युत धारेची किंमत कमी होत जात आहे. म्हणुन विभावंतर स्थिर असतांना आरीचे लांबी वाढली तर रोध वाढते.

वरील कृती वरून विभावंतर स्थिर असतांना वाहकाचा रोध (R) त्याचा लांबी(l) ला समप्रमानात असते म्हणुन आपण सांगु शकतो.

इत्यादी

$$R \propto l \quad (\text{तापमान आणि काटछेदी क्षेत्रफळ स्थिर असतात}) \dots\dots\dots (1)$$

- वाहकाच्या जाडीचा प्रभाव रोधा वर पडतो का?

माहित करु या.

काटछेदी क्षेत्रफळ आणि रोध (Crosssection area and resistance)

कृती 5

समान लांबीचे पण भिन्न काटछेदी क्षेत्रफळाचे लोखंडाच्या छड्या गोळा करा. आकृती 14 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे परिपथ बनवा. कोणती तरी एक छडी P आणि Q ला जोडा. परिपथाला जोडलेल्या अँममीटर च्या साहाय्याने वापरलेली विद्युत धारा मोजुन तुमच्या वहीत नोंद करा. इतर छड्या सोबत हिच कृती पुन्हा पुन्हा करा. प्रत्येक संदर्भामध्ये संबंधीत छडीसाठी विद्युत धारा मोजुन तुमच्या वहीत नोंद करा. जस जसे काटछेदी क्षेत्रफळ वाढेल तसे तसे विद्युत धारेचा प्रवाह वाढलेला तुमच्या निरिक्षणास येईल. म्हणजेच छडीचे काटछेदी क्षेत्रफळ जसे वाढत जाते तसे त्याचे रोध कमी होत जाते.

या कृती वरून आपण असा निष्कर्ष काढु शकतो की, वाहकाचा रोध हा त्याचा काटछेदी क्षेत्रफळाच्या व्यस्त प्रमाणात असते.

$$R \propto 1/A \quad (\text{वाहकाची लांबी आणि तापमान स्थिर असतात}) \dots\dots\dots (2)$$

समीकरण (1) आणि (2) वरून

$$R \propto l/A \quad (\text{स्थिर तापमाना वर})$$

$$R = \rho l / A$$

येथे ρ हा प्रमाणातील स्थिरांक आहे. याला विशिष्ट रोध (specific resistance) म्हणतात. हे समीकरण स्पष्ट होण्यासाठी आकृती -15 पाहा.

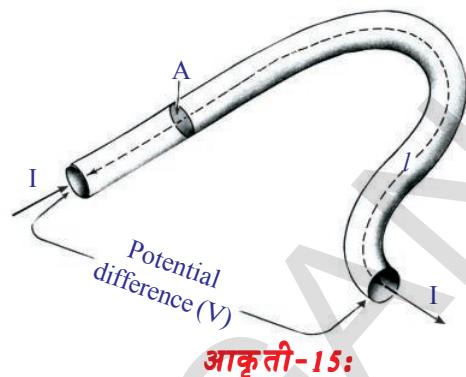
विशिष्ट रोध हा पदार्थाच्या स्वभावावर आणि तापमानावर आवलंबुन असते. पण वाहकाचा रोध हा पदार्थाच्या स्वभावावर, तापमान आणि वाहकाच्या लांबी व काटछेदी क्षेत्रफळा सारख्या भौमीतीक घटकावर अवलंबुन असते.

विशिष्ट रोधाचा SI एकक $\Omega \cdot \text{m}$ आहे.

विशिष्ट रोधाच्या व्यस्ताला वाहकता (conductivity, σ) म्हणतात.

पदार्थाचे विशिष्ट रोध हा त्याची वाहकता माहित करते. कमी विशिष्ट रोधचे धातु चांगल्या वाहकाची भुमिका बजावतात. म्हणुन विद्युत तार बनविण्यासाठी तांब्या सारख्या धांतुचा वापर करतात. विद्युत बल्ब मधील अगदी बारीक तारे साठी टंगस्टन (tungsten) चा वापर करतात. कारण त्याचा विशिष्ट रोध आणि वितळण बिंदु (3422°C) जास्त असते.

विद्युत विसंवाहकच्या (insulators) विशिष्ट रोध च्या किंमती जास्तीत जास्त 10^{14} ते $10^{16} \Omega \cdot \text{m}$ पर्यंत असते. निक्रोम (निकेल, क्रोमीयम आणि लोखंड) मँगनीज (86% तांबे, 12% मँगनीज, 2% निकेल) सारखे मित्रधातुचे विशिष्ट रोध किंमत धातुच्या विशिष्ट रोधाला 30-100 पट असते. म्हणुन यांना इस्तरी उपकरणात, चपाती गरम करण्याच्या उपकरणा सारख्या विद्युत उपकरणात उष्ण उपकरण म्हणुन वापर करतात. मिश्र धातुना आणखी एक विशेषत: अशी आहे की, त्यांची रोध किंमत तापमानाला अनुसरून सुलभतेने बदलते. तसेच हे सुलभतेने ऑक्सीडाइज होत नाहीत. सिलीकॉन आणि जर्मनियम सारखे पदार्थाचे विशिष्ट रोधचे विसंवाहक च्या विशिष्ट रोधाला 10^5 to 10^{10} पट असते. याचे विशिष्ट रोधचे विसंवाहकाच्या रोधाने तुलना केली तर 10^{15} ते 10^{16} पट असते. अशा पदार्थाना अर्धवाहक (semiconductors) म्हणतात. डायोड, ट्रान्सीस्टर आणि संक्लीत परिपथ (ICs) बनविण्यासाठी अर्धवाहकाचा उपयोग होतो. सर्व प्रकारच्या विद्युत उपकरणामध्ये जसे संगणक TV, mobile phones इत्यादी मध्ये (ICs) चा उपयोग होतो.



तत्त्व- 3 विभिन्न पदार्थाचे विशिष्ट रोध

पदार्थ	$\rho(\Omega \cdot \text{m})$ at 20 °C
चांदी	1.59×10^{-8}
तांबे	1.68×10^{-8}
सोने	2.44×10^{-8}
अल्युमिनीयम	2.82×10^{-8}
कॅल्शीयम	3.36×10^{-8}
टंगस्टन	5.60×10^{-8}
झिंक	5.90×10^{-8}
निकेल	6.99×10^{-8}
लोखंड	1.00×10^{-7}
शिसे	2.20×10^{-7}
निक्रोम	1.10×10^{-6}
कार्बन (ग्राफाईट)	2.50×10^{-6}
जर्मनीयम	4.60×10^{-1}
पिण्याचे पाणी	2.00×10^{-1}
सिलीकॉन	6.40×10^2
भिजलेले लाकुड	1.00×10^3
काच	10.0×10^{10}
रबर	1.00×10^{13}
हवा	1.30×10^{16}

- विद्युत उपकरण परिपथ मध्ये कसे जोडले जाते?

विद्युत परिपथ (Electric Circuits)

विद्युत घट वाहक तारेने इलेक्ट्रानला प्रवाह करण्यासाठी तयार केलेल्या संवृत्त मार्गाला परिपथ (circuit) असे म्हणतात. इलेक्ट्रान निरंतर प्रवाह करण्याव्दारे परिपथात बटनच्या साहाय्याने एक खंड बनवतो. याला चालु बंद करण्याव्दारे परीपथात विद्युत प्रवाहाला चालु बंद करू शकतो. परिपथात विद्युत स्रोतापासुन विद्युत उपयोग करणारे उपकरण एका पेक्षा जास्त संख्येत सुध्दा राहु शकते. परिपथ मध्ये हे उपकरण श्रेणीत किंवा समांतर मध्ये जोडले जाते.

विद्युत उपकरणाना श्रेणीत जोडल्यावर विद्युत घट आणि जेनरेटर किंवा भिंतीला असलेला विद्युत सॉकेट(हे विद्युत सुध्दा धन, ऋण धूव असलेले उपकरण होय.) धूवांच्या मध्ये इलेक्ट्रान प्रवाह होण्यासाठी एकच मार्ग असते. विद्युत उपकरण समांतर जोडणीत जोडल्या वर परिपथ मध्ये विविध फाटे फुटुन इलेक्ट्रान प्रवाह करण्यासाठी विविध मार्ग तयार होतात.

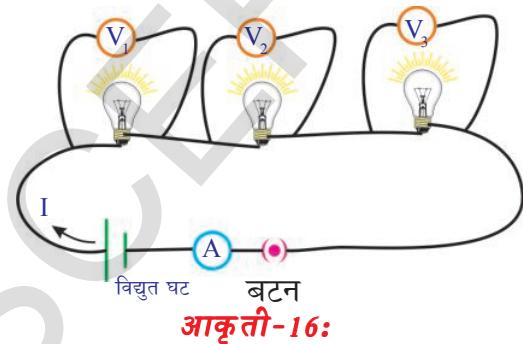
श्रेणी आणि समांतर जोडणीचे गुणधर्म वेगवेगळे असतात. या दोन प्रकारच्या जोडणीच्या परिपथा विषयी संक्षीप मध्ये माहित करू या.

एकसर जोडणी (रोधकांना श्रेणीत जोडणे) Series connection of resistors

कृती 6

तीन बल्ब घ्या. मल्टीमीटर ने त्याचे रोध मोजा. त्या किंमती तुमच्या वहीत R_1 , R_2 , R_3 म्हणुन नोंद करा.

आकृती -16 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे त्याची जोडणी करा.



परिपथ मध्ये जोडलेल्या विद्युत घटाच्या धूवाचे विभावंतर मोजा. प्रत्येक बल्बच्या टोकामधील विभावंतर विद्युत दाब मीटर ने मोजुन तुमच्या वहीत V_1 , V_2 आणि V_3 म्हणुन नोंद करा. विद्युत घटाचे विभावंतर आणि रोध ची तुलना करा.

- तुमच्या निरक्षणास काय आले?

प्रत्येक बल्बची विभावंतर ची बेरीज, ते श्रेणीत जोडल्या नंतर मिळालेल्या दोन टोका मधील विभावंतर

च्या समान असते.

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \quad \dots \dots \dots (1)$$

अॅम्मीटर च्या साहाय्याने परिपथा मधील प्रवाहीत विद्युत धाराला मोजा आणि ते I म्हणुन तुमच्या वहीत नोंद करा.

- तुमच्या निरक्षणास काय आले?

सममुल्य रोधाची एकसर जोडणी (Equivalent resistance of a series connection)

आकृती 17 चे निरक्षण करा. यामध्ये बळ्ब ना रोधकांच्या चिन्हात दाखवलेली आहेत.

रोधकांना श्रेणीत जोडल्यावर विद्युत प्रवाहाला एकच मार्ग आहे. म्हणुन परिपथा मधील विद्युत धारा I च्या समान आहे.

ओहमच्या नियमानुसार

$$R_1 \text{ टोकाच्या पलिकडील विभावंतर } V_1 = IR_1$$

$$R_2 \text{ टोकाच्या पलीकडील विभावंतर } V_2 = IR_2$$

$$R_3 \text{ टोकाच्या पलीकडील विभावंतर } V_3 = IR_3$$

श्रेणीत रोधकाच्या एकीकरणाचे सममुल्य रोध R_{eq} समजू.

- सममुल्य रोध म्हणजे काय?

अनेक रोधाच्या एकत्रित परिमाण ज्या एकाच रोधामुळे निर्माण होतो. अशा रोधांस त्या रोधांचा सममुल्य रोध (equivalent resistor) असे म्हणतात. (परिपथामध्ये विद्युत स्त्रोत स्थिर असायला पाहिजे)

$$\text{म्हणुन, } V = I R_{eq}$$

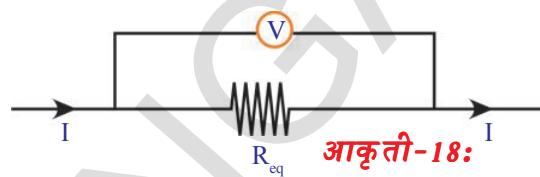
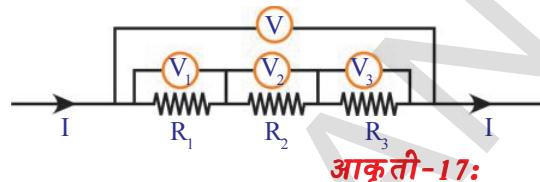
V_1, V_2, V_3 आणि V च्या किंमती समीकरण (1) मध्ये प्रतिक्षेपीत करून.

$$IR_{eq} = IR_1 + IR_2 + IR_3$$

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

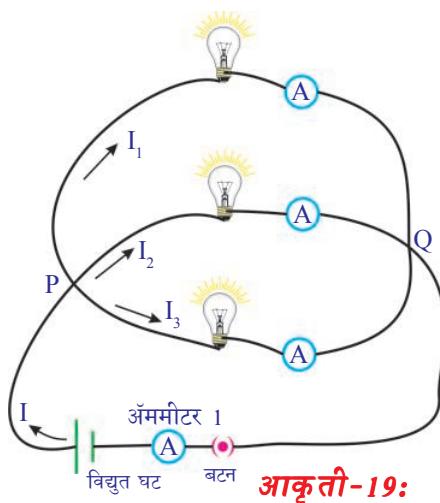
वरील समीरकणा वरून जोडलेल्या रोधकामुळे तयार झालेले सममुल्य रोध त्या रोधकाच्या बेरजेच्या समान असते.

- श्रेणीत जोडलेली कोणती तरी एक रोधक जर बिघडली तर काय घडते?
 - श्रेणीत जोडलेली कोणती तरी एक रोधक जर बिघडली तर परिपथ उघडते आणि परिपथा मध्ये विद्युत धारेचे प्रवाह घडत नाही. यामुळे घरातील विद्युत उपकरणे श्रेणीत जोडले जात नाही.
 - आपल्या घरातील विद्युत उपकरणाना कसे जोडतात याचा तुम्ही अंदाज लावा?
- चला ते पाहू या.



रोधकाची समांतर जोडणी (Parallel Connection of resistors)

कृती 7



प्रयोग - 6 मध्ये वापरलेले बल्ब ना आकृती - 19 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे जोडा.

बहुमापी किंवा विद्युत दाब मिटर चा उपयोग करून प्रत्येक बल्बच्या शेवटच्या टोकाच्या मधील विभावंतर माहित करा. या किंमतीना तुमच्या वहीत नोंद करा. तुम्हाला काय निरिक्षणास आले ? प्रत्येक बल्बच्या शेवटच्या टोकामधील विभावंतर समान आहे. या बल्बचा समांतर जोडणीने जोडलेले आहे असे म्हणतात. अॅम्पमीटर वापरून प्रत्येक बल्ब मध्ये प्रवाहणाऱ्या विद्युत धारेची मोजणी करा. या किंमतीची नोंद करा.

R_1, R_2 आणि R_3 या रोधका मधुन वाहणारी विद्युत धारा अनुक्रमे I_1, I_2 आणि I_3 समजु.

- विद्युत घटा मधुन विद्युत धारेचे प्रवाह किती झाले ?

- हे वर मोजलेल्या सर्व विद्युत घटा मधुन विद्युत धारेच्या प्रवाहाच्या बेरजेच्या समान होते का ?
- ॲम्पमीटर 1 व्दारा विद्युत घटा मधुन विद्युत धारेच्या प्रवाहाला (I) मोजा. विद्युत घटा मधुन झालेल्या विद्युत धारेचे प्रवाह हे त्या त्या बल्ब मध्ये विद्युत प्रवाह झालेल्या बेरजेच्या समान आहे असे तुमच्या लक्षात येते. यावरून

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \quad \dots \dots \dots (1)$$

सममुल्य रोधकाची समांतर जोडणी (EQUIVALENT RESISTANCE OF A PARALLEL CONNECTION)

आकृती 19 च्या परिपथाची मांडणी आकृती -20 मध्ये दाखविलेली आहे.

ओहमच्या नियमानुसार

$$R_1 \text{ विद्युत धारेचा प्रवाह } I_1 = V/R_1$$

$$R_2 \text{ विद्युत धारेचा प्रवाह } I_2 = V/R_2$$

$$R_3, \text{ विद्युत धारेचा प्रवाह } I_3 = V/R_3$$

आकृती -21 मध्ये दाखविलेले R_{eq} हा समांतर जोडणीत असलेल्या रोधकाच्या सममुल्य रोध समजु.

$$\text{तेव्हा } I = V/R_{eq}$$

समीकरण (1) मध्ये I, I_1, I_2 आणि I_3 ची किंमत प्रतिक्षेपीत करून

$$V/R_{eq} = V/R_1 + V/R_2 + V/R_3$$

$$1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

R_1 आणि R_2 हे दोन रोधक समांतर जोडणीत आहे असे समजु.

$$1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2$$

$$R_{eq} = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$$

समांतर जोडणीत असलेल्या रोधाचे सममुळ्य रोध किंमत त्या प्रत्येक रोधकाच्या रोध किंमती पेक्षा कमी असते.

या वरून एक लोखंडाच्या तारेची रोध त्याच्या काटछेदी क्षेत्रफळाला व्यस्त प्रमाणात का असते तुम्ही स्पष्ट करु शकता. एक जाड तार अनेक बारीक तारा सोबत समांतर जोडणीत आहे असे गृहीत धरा. तेव्हा जाड तारेची रोध प्रत्येक बारीक तारेच्या रोधा पेक्षा कमी असते. दुसऱ्या शब्दात जाड तारेची रोध बारीक तारेच्या रोधा पेक्षा कमी असते.

उदा-1: $10\ \Omega$, $20\ \Omega$, $30\ \Omega$ या रोधकांना अ) श्रेणीत ब) समांतरेने जोडलेले आहे. त्या परिपथातील शेवटचे रोधक काढा.

उत्तर- दिलेल्या $R_1 = 10\ \Omega$, $R_2 = 20\ \Omega$, $R_3 = 30\ \Omega$, परिपथावरून

$$\text{अ) श्रेणीतील शेवटचे रोधक } R = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R = 10 + 20 + 30 = 60\ \Omega$$

$$\text{ब) शेवटचे रोधक समांतर जोडणीस: } \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{10} + \frac{1}{20} + \frac{1}{30} = \frac{11}{60}$$

$$R = 5.5\ \Omega$$

उदा-2: $R_1\ \Omega$, $4\ \Omega$ आणि $8\ \Omega$ हे तीन रोधक विद्युत परिपथास श्रेणीत जोडलेले आहे. जर परिपथाचा शेवटचा रोध $20\ \Omega$ असल्यास R_1 ची किंमत काढा?

उत्तर- श्रेणीतील जोडलेले शेवटचे रोधक $R = R_1 + R_2 + R_3$

$$20 = R_1 + 4 + 8$$

$$20 = R_1 + 12$$

$$R_1 = 20 - 12$$

$$R_1 = 8\ \Omega$$

उदा-3: $R_1\ \Omega$, आणि $12\ \Omega$ हे दोन रोधक विद्युत परिपथास समांतर जोडलेले आहे. जर परिपथाचा शेवटचा रोध $3\ \Omega$ असल्यास R_1 ची किंमत काढा?

उत्तर- समांतर जोडलेले शेवटचे रोधक $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

$$\frac{1}{3} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{3} + \frac{1}{12} + \frac{3}{12} = \frac{1}{4}$$

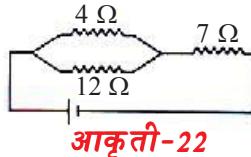
$$R_1 = 4\ \Omega$$

उदा-4: दिलेल्या परिपथाचे निरीक्षण करून शेवटचे रोधक माहित करा?

उत्तर- दिलेल्या परिपथावरून $R_1 = 4\ \Omega$, $R_2 = 12\ \Omega$, हे समांतरेने जोडलेले आहे.

त्याचे शेवटचे रोधक

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{4 \times 12}{4 + 12} = \frac{48}{16} = 3 \Omega$$



आकृती-22

R_1, R_2 हे R_3 ला श्रेणीत जोडलेले आहे, त्याचे शेवटचे रोधक $R = 3+7 = 10 \Omega$ अगोदरच्या भागात जरी करता पद्धतीबद्दल रोधकाची त्याच्या समतुल्य रोधकाआधारे श्रेणीत आणि समांतर जोडणीद्वारे अदलाबदल केली ती काही रोधकाच्या जोडणीच्या सुक्ष्मीकरणासाठी उपयुक्त आहे, ते एक विद्युत घट असलेल्या साध्या परिपथाच्या विश्लेषणासाठी पर्याप्त नाही. पाहू या.

किरचॉफ चा नियम (Kirchhoff's laws)

एका DC परिपथात काही विद्युत घटाना आणि काही रोधकांना कोणत्याही प्रकारे जोडले तरी त्यांच्या विषयी माहित करून घेण्यासाठी दोन सोप्या नियमाचा उपयोग पडतो. याला किरचॉफ नियम (Kirchhoff's rules) असे म्हणतात.

जंक्शन नियम (Junction Law)

आकृती -19 पाहा.

या मध्ये P बिंदुवर विद्युत धाराचे विभाजन होत आहे असे आपण पाहिले. विद्युत घटामधून काढलेली विद्युत धारा त्या त्या रोधकातुन प्रवाहीत विद्युत बेरजेच्या समान असते. P ला (जंक्शन) संगमस्थान म्हणतात. तीन किंवा तीन पेक्षा जास्त वाहकाची तार ज्या बिंदु वर मिळतात त्या बिंदुला संगमस्थान असे म्हणतात.

परिपथा मध्ये कोणत्याही संगमस्थान बिंदुवर विद्युत धारा विभाजीत होते. संगमस्थानाला पोहचलेली एकुण विद्युत धारा त्या संगमस्थाना पासुन निघालेल्या विद्युत धाराच्या एकुण बेरजे एवढा असतो. म्हणजेच परिपथा मधील कोणत्याही संगमस्थाना वर विद्युत प्रभाराचा कोणताही संचय होत नाही.

आकृती -22 वरून

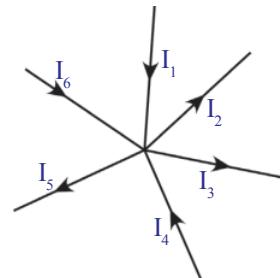
$$I_1 + I_4 + I_6 = I_5 + I_2 + I_3$$

हा नियम प्रभाराच्या अक्षयते वर आधारीत आहे.

बल्य नियम (Loop Law)

एका बंद परिपथामध्ये विविध उपकरणाच्या दोन टोका मधील विभावंतर वाढलेली आणि कमी झालेली अंकगणीतीय बेरीज शुन्य असते. हा नियम उर्जेच्या अक्षयतेवर आधारीत असते.

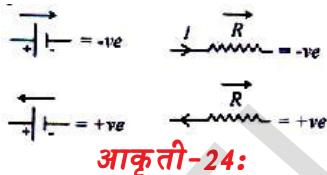
एका बंद परिपथा मध्ये सुरुवातीला दोन बिंदुच्या मधील विभावंतर एक निश्चित किंमत समजु. त्या परिपथामध्ये वापरलेल्या उपकरणाच्या दोन टोकामधील विभावंतर मोजत गेले तर परिपथामध्ये वापरलेल्या विद्युत घट आणि रोधकाला अनुसरून विभावंतर वाढु किंवा कमी होऊ शकते. पण जर परिपथात पुर्ण प्रवास करून पुन्हा आरंभ बिंदु वर पोहचले तर विभावंतर मधील बदल शुन्य होते. म्हणजे विभावंतर मधील झालेला बदल



आकृती-23:

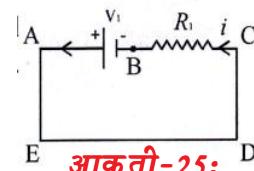
अंकगणीतीय बेरीज शुन्य होते.

- रुढीचे चिन्ह कशा प्रकारे घेतल्या जाते?
1. जेव्हा आपण बॅटरीच्या धनाग्राहकदुन ऋणाग्राकडे जातो तेव्हा बॅटरीची प्रेरणा शक्ती ऋणात्मक घ्यावी.
 2. जेव्हा बॅटरीच्या ऋणाग्राकदुन धनाग्राकडे जातो तेव्हा बॅटरीची प्रेरणाशक्ती धनात्मक घ्यावी.
 3. विद्युत प्रवाहाच्या दिशेच्या निरिक्षणाकदुन रोधकाचे विभावांतर चिन्ह मिळते.
 4. जेव्हा आपण रोधकाब्दारे विद्युत प्रवाहाच्या दिशेला चालतो तेव्हा विभावांतर ऋण घ्यावे
 5. जेव्हा आपण रोधकाब्दारे विद्युत प्रवाहाच्या विरुद्ध दिशेला चालतो तेव्हा विभावांतर धन घ्यावे.



उदा-1: वलय नियमानुसार दिलेल्या आकृतीवरून शेवटचे विभावांतर माहित करा?

सोडवणुक: ABCDEA वलयात बॅटरीवरील विभावांतर $-V_1$ आहे. R_1 रोधकावर विभावांतर $i_1 R_1$ आहे. परिपथावर शेवटचे मिळाणारे विभावांतर $= -V_1 + i_1 R_1 = 0$



उदा-2: वलय नियामावरून दिलेल्या आकृतीचे शेवटचे विभावांतर माहित करा?

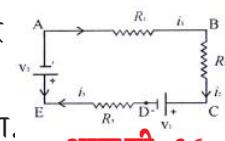
सोडवणुक: दिलेल्या परिपथावर वलय नियमाचा वापर करू या.

बॅटरी V_1 वर विभावांतर $+V_1$ आहे. V_2 वर विभावांतर $-V_2$

R_1 रोधकावर विभावांतर $= -i_1 R_1$

R_2 रोधकावर विभावांतर $= -i_2 R_2$

R_3 रोधकावर विभावांतर $= -i_3 R_3$

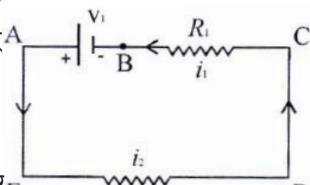


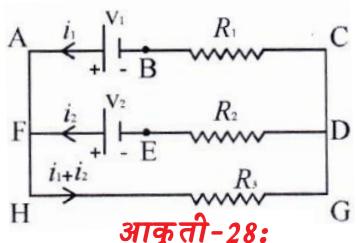
परिपथातील शेवटचे विभावांतर $+V_1 - V_2 - i_1 R_1 - i_2 R_2 - i_3 R_3 = 0$

उदा-3: वलय नियमानुसार दिलेल्या आकृतीवरून शेवटचे विभावांतर काढा?

सोडवणुक: दिलेल्या परिपथास वलय नियम लागू करू या.

ABCDEA वलयावरून बॅटरीचे विभावांतर $-V_1$ आहे. रोधकावर विभावांतर $i_1 R_1 + i_2 R_2$ आहेत. परिपथावर शेवटचे विभावांतर $-V_1 + i_1 R_1 + i_2 R_2 = 0$ **आकृती-27:**





आकृती-28:

उदा-4: वलय नियमानुसार दिलेल्या आकृतीवरून शेवटचे विभवांतर माहित करा ?

सोडवणुक: दिलेल्या परिपथासाठी वलय नियम वापरू या.

$$\text{I: ABCDEA वलयावरून बॅटरीवरील विभवांतर} = -V_1 + V_2$$

$$\text{रोधकावरील विभवांतर} = +i_1 R_1 + i_2 R_2$$

$$\text{वलयावरील शेवटचे रोधक} -V_1 + V_2 + i_1 R_1 - i_2 R_2 = 0$$

$$\text{II: AFEDCBA वलयावरून बॅटरीवरील विभवांतर} = -V_2 + V_1$$

$$\text{रोधकावरील विभवांतर} = +i_2 R_2 - i_1 R_1$$

$$\text{वलयावरील शेवटचे रोधक} -V_2 + V_1 + i_2 R_2 - i_1 R_1 = 0$$

$$\text{III: FEDGH वलयावरून बॅटरीवरील विभवांतर} = -V_2$$

$$\text{रोधकावरील विभवांतर} = +i_2 R_2 + R_3 \times (i_1 + i_2)$$

$$\text{वलयावरील शेवटचे रोधक} -V_2 + i_2 R_2 + R_3 \times (i_1 + i_2) = 0$$

$$\text{IV: FHGDEF वलयावरून बॅटरीवरील विभवांतर} = +V_2$$

$$\text{रोधकावरील विभवांतर} = -R_3 \times (i_1 + i_2) - i_2 R_2$$

$$\text{वलयावरील शेवटचे रोधक} +V_2 - R_3 \times (i_1 + i_2) - i_2 R_2 = 0$$

$$\text{V: HGCAH वलयावरून बॅटरीवरील विभवांतर} = +V_1$$

$$\text{रोधकावरील विभवांतर} = -R_3 \times (i_1 + i_2) - i_1 R_1$$

$$\text{वलयावरील शेवटचे रोधक} +V_1 - R_3 \times (i_1 + i_2) - i_1 R_1 = 0$$

$$\text{VI: ACGHA वलयावरून बॅटरीवरील विभवांतर} = -V_1$$

$$\text{रोधकावरील विभवांतर} = +i_1 R_1 + R_3 \times (i_1 + i_2)$$

$$\text{वलयावरील शेवटचे रोधक} -V_1 + i_1 R_1$$

$$+ R_3 \times (i_1 + i_2) = 0$$

उदाहरण-5: वलय नियमानुसार दिलेल्या आकृतीवरून शेवटचे विभवांतर माहित करा ?

ACDBA वलया साठी

$$-V_2 + I_2 R_2 - I_1 R_1 + V_1 = 0$$

EFDCE वलयासाठी

$$-(I_1 + I_2) R_3 - I_2 R_2 + V_2 = 0$$

EFBAE वलयासाठी

$$-(I_1 + I_2) R_3 - I_1 R_1 + V_1 = 0$$

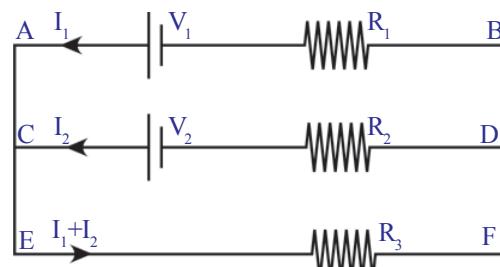
उदाहरण-6: 12V emf च्या विद्युत घटातुन काढलेली विद्युत धारा (आकृती -30) माहित करा.

सोडवणुक: 12V emf मधून काढलेली विद्युत धारा समजा

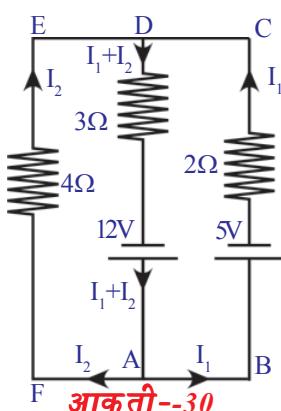
$$I = I_1 + I_2 \text{ आकृती } 30 \text{ वरून वलय नियम वापरून DABCD, वलय साठी-3 } (I_1 + I_2) + 12 - 2I_1 - 5 = 0 \dots\dots\dots \text{(a)}$$

DAFED, वलय साठी

$$-3(I_1 + I_2) + 12 - 4I_2 = 0 \dots\dots\dots \text{(b)}$$



आकृती-29:



आकृती-30

(a) & (b) समीकरण सोडवुन

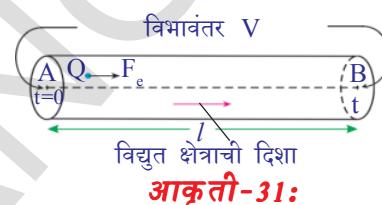
आपणास $I_1 = 0.5 \text{ A}$ आणि $I_2 = 1.5 \text{ A}$

म्हणुन $12V$ emf मुळे परिपथात तयार होणारे विद्युत धार $I = 0.5 + 1.5 = 2\text{A}$

- “या महिण्यात आम्ही 100 युनीट विद्युत खर्च केले” असे वाक्य तुम्ही एकलेच असाल. युनीट म्हणजे काय?
- बल्ब वर 60W आणि 120V असते. या किंमती काय दर्शवितात? चला पाहू या.

विद्युत शक्ती (Electric power)

दैनंदिन जिवानात आपण वापरणारे हिटर, कुकर, पंखे, फ्रिज इत्यादी विद्युत उपकरणे विद्युत उर्जा खर्च करतात. ‘ R ’ रोधाच्या वाहकातुन ‘ I ’ विद्युत धारा प्रवाहीत होत आहे असे समजू. वाहकातुन विद्युत प्रवाह झाला तर उष्ण उर्जेची उत्पत्ती होते हे आपल्याला माहित आहे.



आकृती 24 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे A बिंदु वरून B बिंदु कडे t सेकंदात Q कुलंब प्रभार प्रवाहीत झाले असे समजते. A आणि B बिंदुच्या मध्ये विभवांतर V समजू. ‘ t ’ सेंकदा मध्ये विद्युत क्षेत्राने केलेले काम

$$W = QV \quad \dots \dots \dots (1)$$

वाहकातुन विद्युत प्रवाह होत असतांना प्रभाराने गमावलेली उर्जा ही या कामाशी समान असते.

- 1 सेकंदामध्ये प्रभाराने गमावलेली उर्जा किती आहे? हे W/t च्या समान आहे.

समीकरण (1), वरून

$$W/t = QV/t \quad \dots \dots \dots (2)$$

वरील समीकरणात Q/t हे वाहकातुन प्रवाहीत विद्युत धारा (I) ला निर्देशित करते आणि W/t हे प्रतीसेंकदामध्ये केलेल्या कामाला निर्देशित करते.

केलेल्या कामाच्या दराला शक्ती म्हणतात. म्हणुन खालच्या वर्गात आपण शिकलोत. म्हणुन W/t हे विद्युत शक्ती(P).ला निर्देशित करते.

$$\text{विद्युत शक्ती } P = VI \quad \dots \dots \dots (3)$$

वरील समीकरणात

परिपाथात जोडलेली एखाद्या उपकरणाबदारे खर्च झालेली उर्जा मोजण्यासाठी या समीकरणाचा उपयोग करू शकतो.

$$V = IR$$

समीकरण (3) असे लिहू शकतो.

$$P = I^2 R = V^2/R$$

विद्युत घटा सारख्या केणल्याही स्त्रोत पासुन मिळणाऱ्या विद्युत शक्तीला माहित करण्यासाठी $P = VI$ सुत्राचा सुधा वापर करू शकतो. अशा संदर्भात $P = VI$

समीकरणाला खालील प्रकारे बदलून लिहू शकतो. $P = \epsilon I$.

यामध्ये ϵ हा विद्युत घटाचा emf आहे.

उर्जेची खपत समजण्यासाठी एक उदाहरण विचारात घेऊ या.

बल्ब वर 60W आणि 120V लिहून असते. जर बल्ब 120V स्त्रोतशी जोडले तर एका सेंकदांत 60J ची विद्युत उर्जा उष्णतेचे किंवा प्रकाशात रूपांतर होते.

बल्बवर लिहिलेल्या वरून आपण बल्ब ची रोध मोजू शकतो.

$$P = V^2/R \Leftrightarrow R = V^2/P \text{ या संबंधावरून}$$

वरील समीकरणात V आणि P च्या किंमती प्रतीक्षेपीत करून

$$R = 120 \times 120 / 60 = 240 \Omega$$

म्हणजे 60W आणि 120V लिहून असलेले बल्ब त्यांच्या मधून प्रवाहित विद्युतला साधारण परिस्थितीत 240Ω रोधा मध्ये असते.

जर या बल्बला 12V विद्युत घटाला जोडले तर बल्ब व्हारा झालेली खतप

$$P = V^2/R = 12 \times 12 / 240 = 3/5 = 0.6 \text{ W}$$

वॅट (w) हा शक्तीला संबंधीत लहान एकक असल्यामुळे साधारणतः विद्युत शक्तीच्या खपत ला माहित करण्यासाठी किलोवॅट (Kilowatt) या मोठ्या एकका ला वापरतो.

$$1 \text{ KW} = 1000 \text{ W} = 1000 \text{ J/S}$$

तुमच्या घरी प्रत्येक महिन्याला विद्युत चे बिल येते हे तुम्ही पाहताच असाल. त्या बिलामध्ये विद्युत खपत ची नोंद युनीट मध्ये केलेली असते. युनीट काय दर्शविते?

विद्युत शक्ती खपत चा युनिट हा 1 KWH च्या समान असते. (one Kilo Watt Hour).

$$1 \text{ KWH} = (1000 \text{ J/S}) (60 \times 60 \text{ S})$$

$$= 3600 \times 1000 \text{ J}$$

$$= 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

- ओवरलोड म्हणजे काय?
- यामुळे विद्युत उपकरणे का बिघडतात?

विद्युतचा ओवरलोड(overload) झाल्याने बरेचशे नुकसान झाले अशी बातमी आपण वारंवार एकतो.

दोन तारे वरून आपल्या घरात विद्युत येतो त्या तारेना लाईन्स म्हणतात. ही लाईन (तार) कमी रोधाचे असतात अणि त्या तारे मधील विभावंतर साधारणतः सुमारे 240V असते. ही लाईन (तार) घरातील पुर्ण परिपथा मध्ये जाते. या परिपथात पंखे, TV, क्रिज इत्यादी सारखे विद्युत उपकरणे जोडलेले असतात.

या दोन तारेच्या मध्ये विभिन्न बिंदु वर आपल्या घरातील सर्व विद्युत उपकरणे जोडतो. म्हणजे सर्व विद्युत उपकरणे समांतर जोडणीत आहेत. म्हणजेच प्रत्येक उपकरणाच्या दोन टोका मध्ये विभावंतर 240V आहे. विद्युत उपकरणाच्या रोधाची किंमत जर आपल्याला माहित असेल तर $I = V/R$ या समीकरणाचा वापर करून उपकरणामध्ये

प्रवाहीत झालेला विद्युतची गणना करू शकतो. उदाहरणार्थ $240\ \Omega$ रोधाच्या बल्ब मधून $1\ A$. विद्युत प्रवाहीत होतो.

प्रत्येक विद्युत उपकरणाच्या रोधाना आधार करून लाईन (तार) वरून काही विद्युत वापर होतो. लाईन (तार) वरून वापरलेले एकुण विद्युत हा विविध उपकरण वरून प्रवाहीत विद्युत धारेच्या बेरजेच्या समान असते. (संगमस्थानाच्या नियम वरून)

आपल्या घरात विद्युतचा वापर करणारे उपकरण वाढले तर ते लाईन (तार) वरून वापरणाऱ्या विद्युत मध्ये सुध्दा वाढ होते.

- जास्त विद्युत वापरल्याने काय घडते?

याचे उत्तर देण्यासाठी तुमच्या घरात बसविलेल्या डिजीटल मीटर वरील किंमतीचे निरक्षण करावे.

विभावंतर : $240\ V$

विद्युत धारा : $5 - 20\ A$

म्हणजे तुमच्या मीटर पर्यंत आलेल्या दोन तारे मध्ये $240V$ विभावंतर असते. त्या तारे मधून कमीत कमी $5A$ आणि जास्तीत जास्त – $20A$. विद्युत वापरू शकतो. त्या तारे वरून $20A$ पेक्षा जास्त विद्युत वापरले तर घरातील परिपथ खुप उष्ण होऊन आग लागण्याची शक्यता असते. यालाच ओवरलोड असे म्हणतात. आकृती 25 ला पाहा. या आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे आपण जर बटन चालु केले तर आपण $20A$ पेक्षा जास्त विद्युत वापरतो. तेव्हा आग लागतो.

- ओवरलोडिंग मुळे होणाऱ्या नुकसानीला आपण कसे टाळू शकतो?

आकृती 25 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे घरातील परिपथाला जर आपण विद्युत फ्युज (fuse) जोडलो तर ओवरलोडिंग मुळे होणारे नुकसान आपण टाळू शकतो. या मांडणीत लाईन ब्दारे येणारे एकुण विद्युत फ्युज मधून प्रवाहीत होते. फ्युज मध्ये कमी वितळण बिंदु ची पातळ तार असते. जेव्हा फ्युज मध्ये $20A$ पेक्षा जास्त विद्युत येते तेव्हा तार गरम होते आणि वितळते. तेव्हा परिपथ उघडते आणि घरातील परिपथ मध्ये विद्युत प्रवाहात अडथळा करते. ओवरलोडिंग मुळे नुकसान होणाऱ्या सर्व विद्युत उपकरणांना नुकसानी पासून बचावते.

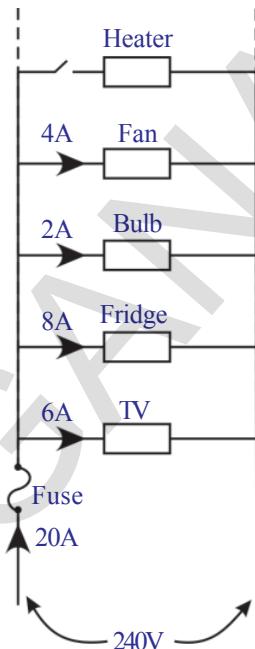
म्हणजे फ्युज वापरल्याने घरातील परिपथ आणि त्या मधील उपकरणाना ओवरलोड मुळे नुकसान होणार नाही.

सुचना: ओवरलोड विद्युत किंमत हे घराला आणि कारखाण्याला वेगवेगळ्या पद्धतीत असते.



विचार करा आणि चर्चा करा

- विद्युत प्रवाहाचा त्रुटीत मार्ग (short circuit) म्हणजे काय?
- त्रुटीत मार्ग (शार्ट सर्किट) मुळे घरातील परिपथ, उपकरण का बिघडते?



आकृती-32:



महत्वाचे शब्द

प्रभार, विभावंतर, विद्युत धारा, बहुमापी, ओहमचा नियम, रोध, विशिष्ट रोध, किरचॉफ चा नियम, विद्युत शक्ती, विद्युत उर्जा



आपण काय शिकलोत?

- वाहकात एका बिंदु वरून दुसऱ्या बिंदुवर, युनिट धन प्रभाराला हालचाल करावयास लावण्याच्या कामाला त्या बिंदु मध्ये विभावंतर दर्शविते.
- एका सेकंदात वाहकातील कोणत्या तरी काटछेदी वरून जाणारे प्रभाराच्या परिमाणाला विद्युत धारा असे म्हणतात.
- बहुमापी हा एक इलेक्ट्रॉनीक उपकरण आहे. हे रोध विद्युत दाब, विद्युत धारा, सारख्या किंमतीना मोजू शकते.
- ओहमचा नियम: वाहकाची भौतिक अवस्था कायम राहत असल्यास (स्थिर तापमान) वाहकाच्या दोन टोका मधील विभावंतर हे वाहकातनु जाणाऱ्या विद्युत धारेशी समप्रमाणात असते. $V=IR$.
- स्थिर तापमानावर फक्त धातु वाहकासाठी ओहमचा नियम लागू होतो. हा नियम वायु वाहक आणि अर्धवाहकासाठी लागू होत नाही.
- इलेक्ट्रॉनच्या चलनात अडथळा आणणे या पदार्थाच्या गुणधर्माला वाहकाची विद्युत रोध म्हणतात.
- तारेचा रोध हा त्या तारेच्या पदार्थविर तारेची लांबी आणि काटछेदी क्षेत्रफळ वर अवलंबून असते. $R = \rho L/A$.
- एकक लांबी, एकक काटछेदी क्षेत्रफळ असलेल्या वाहकाच्या रोधाला विशिष्ट रोध म्हणतात.
- दोन किंवा त्या पेक्षा जास्त वाहकात एकच विद्युत प्रवाहीत होत असेल तर ते दोन वाहक श्रेणीत जोडलेले आहेत असे म्हणतात.
- दोन किंवा दोन पेक्षा जास्त वाहकाला सारखेच विभावंतर असेल तर ते वाहक समांतर जोडणीत असतात.
- संगमस्थान नियम: परिपथामध्ये कोणत्याही संगमस्थान बिंदुवर विद्युत धारा विभाजीत होत. संगमस्थानाला पोहचलेली एकूण विद्युत धारा त्या संगमस्थानापासून निघालेल्या विद्युत धाराच्या एकूण बेरजे एवढा असतो.
- वलय नियम: एका बंद परिपथा मध्ये विविध उपकरणाच्या दोन टोकामधील विभावंतर वाढलेली आणि कमी झालेली अंकगणीतीय बेरीज शुन्य असते.
- विद्युत शक्ती हा विद्युत धारा आणि विभावंतर चा गुणाकार होय. विद्युत शक्तीचा SI एकक व्हॅट (W).
- विद्युत उर्जा हा विद्युत शक्ती आणि वेळेचा गुणाकार होय. विद्यूत उर्जेचा एकक W-s आणि KWH.



संकल्पनेवर प्रतिसंपंदन

1. लोरेंट्स - हुंड इलेक्ट्रान सिधांताच्या मदतीने विद्युत प्रवाहाला इलेक्ट्रान कसे कारण होतात ?(AS1)
2. विद्युत घट कसे कार्य करते ? स्पष्ट करा ?(AS1)
3. विभावंतर आणि emf मधील फरक लिहा ? (AS1)
4. वाहकाचे रोध तापमानावर आधारून असते म्हणुन तुम्ही कसे सिध्द कराल ? (AS1)
5. विजेचा धक्का म्हणजे काय ? ते कसे लागते ? स्पष्ट करा ? (AS1)
6. किरचाफ नियम ला उदाहरणासहीत स्पष्ट करा. (AS1)
7. ज्युल्स मध्ये 1 KWH ची किंमती किती असते ?(AS1)
8. तीन रोधक श्रेणीत जोडल्या नंतर सममुल्य रोधासाठी समीकरण तयार करा ? (AS1)
9. तीन रोधक समांतर जोडणीत जोडल्या नंतर सममुल्य रोधासाठी समीकरण तयार करा ?(AS1)
10. तांब्या पेक्षा चांदी हा चांगला विद्युत वाहक आहे. तर आपण विद्युत वाहकतेसाठी तांब्याची तार का वापरतो ? (AS1)
11. A आणि B अशे दोन रोधक विद्युत घटा सोबत श्रेणीत जोडुन आहे. A रोधाच्या पलीकडे मोजण्यासाठी व्होल्ट मीटर आहे. हे संदर्भ स्पष्ट केलेली परिपथाची आकृती काढा ? (AS5)
12. आकृती प्रश्न. Q-12 मध्ये B वर विभावंतर शुन्य असेल तर
A वर विभावंतर _____ (AS7)



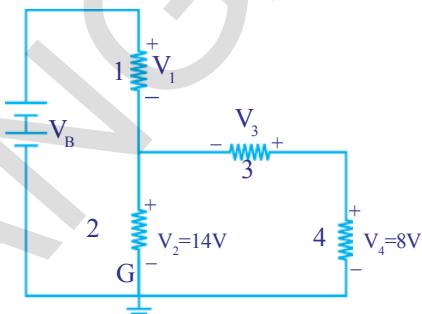
संकल्पनेचे उपयोजन

1. घरातील परिपथाचे ओवरलोडिंग स्पष्ट करा ? (AS1)
2. घरातील परिपथा मध्ये आपण वितळ तार का वापरतो ? (AS1)
3. दोन बल्बाची वर्गीकरण 100 W, 220V आणि 60 W, 220 V मध्ये केली आहे. कोणते जास्त रोधाचे आहे ? (AS1)
4. बल्ब, टी.व्ही. पंचे आणि घरातील इतर विद्युत उपकरणाना आपण श्रेणीत का जोडत नाही ? (AS1)
5. 100Ω चे रोध असलेल्या एका तारेची लांबी 1 मी.मी. आणि त्रिज्या 0.1 मी.मी. आहे. तर त्याचे विशिष्ट रोधक किती ? (AS1)
6. बल्ब मधील अगदी बारीक तारेच्या तयारीत टंगस्टनचा वापर का करतात ? (AS2)
7. कारच्या हेड लाईट्ला श्रेणीत जोडतात का किंवा समांतर जोडणीत जोडतात का ? का ? (AS2)
8. घरातील विद्युत उपकरणांना समांतर जोडणीत का जोडतात ? जर ते श्रेणीत जोडले तर काय घडते ?

9. घरात वापरणाऱ्या विविध विद्युत उपकरण बिघडू न देणाऱ्या कार्यात फ्युज ची प्रंशसा तुम्ही कशी कराल ? (AS7)
 10. जर तुमच्या शरीराचे रोध 100000Ω असेल जेव्हा तुम्ही 12V विद्युत घटाऱ्या धूवांना स्पर्श केला तर तुमच्या शरीरात किती विद्युत प्रवाह होईल ? (AS7)
 11. 100Ω रोध असलेले एकसमान जाडीची वाहक वितळून सुरुवातीच्या वाहकांच्या लांबीला दुप्पट लांबीत बदलेले. नविन तयार झालेल्या वाहकाचे रोध किती ?(AS7)

उच्च विचार सरणीचे प्रश्न

- प्रत्येकी 30 उरोध किंमतीचे तीन रोधक तुमच्या जवळ आहेत असे समजू. या तिन्ही रोधकांना वापरून किती प्रकारच्या विशिष्ट रोध तुम्ही मिळवु शकता? त्याला संबंधीत आकृती काढा?
 - परिपथाचे निरिक्षण करून खालील प्रश्नांचे उत्तरे द्या? (AS7)
 - 3,4 रोधक श्रेणीत आहेत का?
 - 1,2 रोधक श्रेणीत आहेत का?
 - एखाद्या रोधका सोबत विद्युतघट श्रेणीत आहे का?
 - रोधक 3 च्या पलीकडे विभावंतर किती आहे?
 - रोधक 1 च्या पलीकडे विभावंतर 6V असेल तर परिपथा



आकृती--Q2

3. एका घरात 3 ट्युब लाईट, दोन पंखे आणि एक TV आहे. प्रत्येक ट्युब लाईट 40W विद्युत वापरतो. प्रत्येक पंखा 80W चे विद्युत आणि टी.व्हि. 60W चे विद्युत वापरते. सरासरीत प्रत्येक दिवशी सर्व ट्युब लाईट पाच तास चालू ठेवले. दोन पंखे 12 तास आणि टी.व्हि. पाच तास चालू ठेवले. तर प्रती रु. 3.00 ला Kwh दराने 30 दिवसा मध्ये वापरलेल्या विद्युत उर्जेसाठी किती रुपये लागतील?
(AS7)

पर्यायी प्रश्न निवडा

3. ज्युल / कुलंब हा च्या शी समान आहे. []
a) 1 - व्हॅट b) 1 - व्हॅट
c) 1- अम्पीयर d) 1 - ओहम

4. $2\Omega, 4\Omega, 6\Omega$ किंमतीचे तीन रोधक श्रेणीत जोडलेले आहेत. परिपथातील जोडणीचे समतुल्य रोध आहे. []
a) 2Ω b) 4Ω
c) 12Ω d) 6Ω

5. $2\Omega, 4\Omega, 6\Omega$ किंमतीचे तीन रोधक समांतर जोडलेले आहेत. परिपथातील जोडणीचे समतुल्य रोध आहे. []
a) 12Ω b) 36Ω
c) 18Ω d) 1.8Ω

6. $6\Omega, 6\Omega$ रोधक असलेल्या श्रेणीत जोडल्यास आणि 12Ω समांतर जोडल्यास परिपथाचे समतुल्य रोध आहे. []
a) 24Ω b) 6Ω
c) 18Ω d) 2.4Ω

7. तारे मधील विद्युत धारा..... या वर अवलंबुन असते. []
a) फक्त विभावंतर वर b) तारेच्या फक्त रोधावर
c) वरील दोन्ही वर d) वरील एकही नाही.

सचवलेले प्रयोग

1. ओहम चा नियम लिहा. हे पढताळा करण्यासाठी एका प्रयोग सुचवुन त्याची कार्य पद्धत स्पष्ट करा? (AS3)
 2. स्थिर तापमान, स्थीर काटछेद क्षेत्रफळ साठी वाहाकाचा रोध हा वाहकाच्या लंबीला प्रमाणात असते म्हणून तुम्ही कसे सिद्ध कराल? (AS1)

सूचिलेले प्रकाश्य

- a. एक विद्युत घट त्याची विभावंतर मोजा. विद्युत घट जोडुन एक परिपथ बनवुन विद्युत घटाचे विभावंतर मोजा. विद्युत घटाच्या विभावंतर मध्ये कोणता तरी फरक आहे का? (AS4)
 - b. उघड्या परिपथा मधील बल्ब चे रोध बहुमापी ने मोजा. बल्ब, 12V चा विद्युत घट आणि बटन या घटाकांचा वापर करून श्रेणीत एक परिपथ बनवा. बटन बंद करा. नंतर पुन्हा प्रत्येकी 30 मिनीटांनी त्याच बल्ब चे रोध मोजत जा. एका तक्त्यात निरीक्षणाची नोंद करत जा. वर केलेल्या निरीक्षण करून तुम्ही कोणता निष्कर्ष काढु शकता? (AS4)
 2. तुमच्या घरात वापरणाऱ्या विविध बलांचा रोध माहित करा आणि कोणत्या बलांचा रोध कमी / जास्त आहे ते काढा? तुमच्या निरीक्षणावर एक रिपोर्ट तयार करा?
 3. तुमच्या घराच / शाळेत विद्युतचा वापर यावर एक रिपोर्ट तयार करून त्याबद्दल माहिती गोळा करा?

अनुबंध

इलेक्ट्रान्सच्या चलन वर न्युटनचा नियम आपण लागु करू शकतो का?
(Can we apply Newton law's to the motion of electrons?)

सुचना: या स्पष्टीकरणात, इलेक्ट्रान्सच्या क्रमरहीत चलनाला दुर्लक्ष करू.

वाहकाची लांबी l आणि काटछेदी क्षेत्रफळ A समजू. वाहकाच्या इलेक्ट्रानची घनता n समजू.

वाहकाच्या टोकाच्या मध्ये विभावंतर V स्थिर असतांना वाहकातुन प्रवाहीत विद्युत धारा

$$I = nAev_d \quad \dots \dots \dots \text{(a)}$$

येथे e हा इलेक्ट्रानचा प्रभार आहे. आणि v_d हा इलेक्ट्रानचा अनुगमन वेग (drift velocity) आहे.

स्रोत व्दारा वाहकाच्या टोकांमध्ये इलेक्ट्रान हालचाल केलेले काय

$$W = Ve \quad \dots \dots \dots \text{(b)}$$

विद्युत शक्तीने केलेले काय आहे हे आपल्याला माहित आहे.

$$W = Fl \quad \dots \dots \dots \text{(c)}$$

येथे F हा विद्युत क्षेत्राबदारे लावलेली शक्ती आहे.

समीकरण (b) आणि (c) वरून

$$Fl = Ve \Leftrightarrow F = Ve/l$$

न्युटनच्या दुसऱ्याचा नियमावरून, एखाद्या कणाच्या चलनाचा अभ्यास करण्यासाठी $F = ma$ हे सुत्र योग्य आहे. असे आपल्याला माहित आहे.

$$ma = Ve/l \Leftrightarrow a = Ve/lm \quad \dots \dots \dots \text{(d)}$$

इलेक्ट्रानच्या सुरुवातीचा वेग (u) शुन्य गृहीत धरू. t वेळा मध्ये इलेक्ट्रान ने गृहन केलेला वेग v समजू. (दोन क्रमाने होणाऱ्या आघाता मधील वेळ) तर $u = 0$ आणि $t = \tau$

समीकरणा वरून $v = u + at$

$$v = at = Vet/lm \quad (\text{समीकरण d वरून })$$

जलाका मुलका सोबत केलेल्या आघातामुळे इलेक्ट्रान्स च्या चलनाला मर्यादा

लागते. वेळा मध्ये इलेक्ट्रॉन्सच्या वेगाची सरासरी अनुगमन वेग होते.

$$\text{इलेक्ट्रानचा सरासरी वेग } v_d = (v+u)/2 = v/2$$

वरील समीकरणा मध्ये v ची किंमत प्रतीक्षेपीत करून

सरासरी वेग = अनुगमन वेग $v_d = V \cdot e \tau / 2 l m$

समीकरण (a) मध्ये v_d ची किंमत प्रतीक्षेपीत करून

$$I = nAe(Vet/2lm)$$

$$I = V(ne^2\tau/2m)(A/l)$$

वरील समीकरणात इलेक्ट्रानचे वस्तुमान (m) आणि इलेक्ट्रानचे प्रभार(e) हे स्थिरांक आहेत कारण या किंमती इलेक्ट्रानच्या लक्षणा चे आहेत.

धातुच्या वाहकाची इलेक्ट्रान घनता (n) ही त्याच्या स्वभावावर अवलंबुन आहे. म्हणून एका विशिष्ट वाहकासाठी ते सुधा स्थिर आहेत.

दिलेल्या वाहकासाठी लांबी (l) आणि काटछेदी क्षेत्रफळ (A) सुधा स्थिरांक आहेत. t ची किंमत वाहकाच्या तापमानावर अवलंबून आहे. जेव्हा तापमान वाढेल तेव्हा इलेक्ट्रानचे क्रमरहीत चलन वाढते आणि t ची किंमत कमी होते.

वाहकाच्या स्थीर तापमानासाठी τ ची किंमत स्थिर होते.

म्हणुन एका विशिष्ट वाहकाला ($2m/ne^2\tau$) (l/A) हे स्थिरांक याला R मध्ये निर्देशित करा. (याला वाहकाचा रोध असे म्हणतात.)

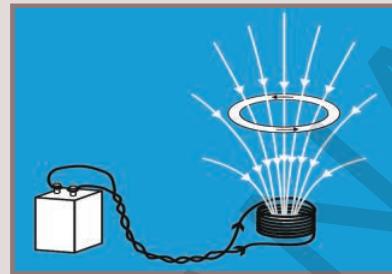
$$IR = V \quad (\text{समीकरण e वरुन }) \quad(f)$$

याला ओहमचा नियम असे म्हणतात.

वरील समीकरणात $2m/ne^2\tau$ हा वाहकाला संबंधीत अभिलक्षण होय. एका विशिष्ट वाहकाच्या विभिन्न भौमीतीक किंमतीसाठी रोध R ची किंमत वेगवेगळी असते. म्हणुन $2m/ne^2\tau$ हा वाहकाच्या भौमीतीक किंमती वर आधारून नसते. याला अक्षरात ρ म्हणून सचव. याला विशिष्ट रोध असे म्णतात.

$$\rho = 2m/ne^2\tau$$

समीकरण (g) वरुन



विद्युत चुंबकत्व

(Electromagnetism)

मागील धड्यात तुम्ही विद्युत प्रवाहाच्या उष्ण परिणामा बद्दल शिकलेत ना, आपल्या दैनंदिन जिवनात विद्युत मोटार, विद्युत जनरेटर, विजेची घंटी, विद्युत क्रेन इत्यादी विद्युत उपकरणांचा वापर करत असतो.

- ती विद्युत उपकरणे कसे कार्य करतात ?
- विद्युत चुंबक कसे कार्य करते ?
- विद्युत आणि चुंबकात काही संबंध आहे का ?
- विद्युत पासुन चुंबकत्व आपण तयार करू शकतो का ?

या धड्यात आपण विद्युत चुंबकाचे परिमाण या बद्दल अभ्यास करणार आहोत. विद्युत प्रवाहाच्या चुंबकीय परिणामात कार्य करणारी विद्युत मोटार आणि जनरेटर मधील चलचुंबकाचा विद्युत परिणामाबद्दल शिकणार आहोत.



19 व्या शतकातील हंस क्रिस्टीयन ओर्झस्टेड (Hans Christian Oersted (1777 - 1851) नावाच्या शास्त्रज्ञाने विद्युत चुंबकत्वास समजून घेण्यात महत्वाची भुमिका निभावली. अनेक प्रांतात फिरुन त्यांनी लोंकामध्ये भाषणाबदरे चांगली प्रसिद्धी मिळविली. अशा प्रकारे एप्रिल 1820 मध्ये त्यांनी त्या आधी असा प्रयोग कधी केला नाही त्यांनी एका दर्शविणाच्या सुचीच्या सुईला तारे खाली ठेवुन त्या तारेतुन विद्युत प्रवाह पाठविला. त्या दिशासुचकाची सुई हालचाल करून दिशा बदलली.

ऑरस्टेडला त्याने केलेल्या प्रयोगाचे महत्व ओळखले. या प्रयोगाआधी सर्वांना वाटत होते की, विद्युत आणि चुंबकात्व हे दोन एकमेकांशी संबंध नसलेले

विज्ञान आहे. या प्रयोगाबदारे त्या दोन्हीमध्ये असलेला संबंध आयरस्टेड यांनी दाखविला. यावरून विद्युत चुंबकत्व परस्पराशी संबंधीत आहे हे दाखविले. या प्रयोगाने प्रेरीत होऊन काही शास्त्रज्ञांनी विद्युत चुंबकत्वावर संशोधन केले. त्याच्या संशोधनावरून कित्येक प्रकारचे शास्त्रीय सिध्दांत डायनोमा, विद्युत मोटार सारखे नविन आविष्कार केले. नविन तंत्रज्ञानाबदारे रेडीओ, टेलीविजन, प्रकाशतंत्र सारख्या तंत्रज्ञानाचा अविष्कार झाला.

आयरस्टेडच्या सन्मानार्थ चुंबकीय क्षेत्राच्या बलास आयरस्टेड नावाचा वापर करीत आहो. 1822 मध्ये आयरस्टेड रॉयल स्विडीश अकादमी ऑफ सायन्सेस (Royal Swedish Academy of Sciences) मध्ये विदेशी सदस्य म्हणुन नियुक्ती झाली.

कृती 1

आयरस्टेडचा प्रयोग (Oersted experiment)

एक थरमोकोलची शिट घेऊन त्याकर 1 से.मी. उंचीच्या दोन लाकडी काढ्या उभ्या ठेवा. त्या काढ्यांच्या वरच्या टोकाशी एक लहान फट आहे. त्या फटीतुन 24 गेज असणारी एक तार अशा रितीने मांडा की, ती त्या फटीतुन जावुन एक वलय निर्माण झाले पाहिजे. त्या वलयात 3 (किंवा 9) व्होल्टची बॅटरी(विद्युत घट) बटन, तांब्याची तार आकृती 1 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे श्रेणीत मिळवा. आता चुंबकीय दिक्सुची ठेवा. आणि पट्टी चुंबकाला दिक्सुचीच्या जवळ आणा.

- पट्टी चुंबकामुळे दिक्सुचीतील सुई दिशा बदलते का ?
- चुंबकामुळे दिक्सुची का विचलीत होते ?

पट्टी चुंबकाला वलयाच्या दुर न्या आणि बटन सुरु करा. सुईच्या स्थानात होणारा बदल पाहा.

- तुमच्या निरिक्षणास काय आले ?
- दिक्सुचीच्या सुईत काही हालचाल होते का ?
- दिक्सुचीच्या सुईच्या या दिशा बदलण्याच्या हालचालीला कोणते बल कारणीभुत आहे ?
- विद्युत प्रवाहीत तार त्या सुईवर बल लावते का ?
- या बलास आपण काय म्हणतो ? (8 व्या वर्गाच्या बल या धड्यातील क्षेत्र बल या कल्पनेची आठवण करा)

दिक्सुचीच्या सुईच्या होणाऱ्या विचलनाची कारणे समजून घेण्यासाठी (चुंबकपट्टी जवळ नसतांना) आपणास चुंबकीय क्षेत्र आणि चुंबकीय क्षेत्रावर होणाऱ्या विद्युत प्रभावा बदल माहिती घेण्याची गरज आहे.

चला त्याबदल माहिती घेऊ या.



आकृती-1

चुंबकीय क्षेत्र (Magnetic Field)

एक पदार्थाचा दुसऱ्या पदार्थाशी कोणताही भौतिक संबंध नसतांना त्यावर बलाचा प्रयोग केलेल्या संदर्भात क्षेत्र नावाच्या पदाचा वापर करतात. तुम्ही हे कृती -1 मध्ये आधीच पाहिले आहे. या कृतीत दिक्सुचीच्या सुईच्या हालचालीस कारणीभुत असलेल्या क्षेत्राला चुंबकीय क्षेत्र असे म्हणतात.

- हे क्षेत्र कसे निर्माण होते.
- पट्टीचुंबकाचे चुंबकीय क्षेत्र आपण पाहू शकतो का ?
प्रयत्न करु या.

कृती 2

एका टेबलावर एक पांढर्या कागदाची शिट ठेवा. पट्टी चुंबकाला टेबलाच्या मध्यभागी ठेवा. दिक्सुचीला चुंबकाजवळ ठेवा. ती सुचिका एका स्थिर दिशेकडे सुचित करते. पेन्सीलच्या साहाय्याने सुईच्या दोन्ही बाजुला कागदी शिटवर टिंब ठेंवा. आता दिक्सुची वाढून त्या दोन टिंबाना जोडणारी एक सरळ रेषा काढा. त्यावर एक बाण सुईच्या दक्षिण धृवाकडुन सुईच्या उत्तर धृवाकडे काढा. कागदावर विविध ठिकाणी दिक्सुची ठेवुन पुन्हा पुन्हा करून पाहा.

- असे का घडते ?

पट्टीचुंबक काढा आणि चुंबकीय दिक्सुची कागदावर ठेवा. ती उत्तर दक्षिण दिशेत स्थिर होते. आता पट्टी चुंबकाला त्याच्या पुर्वी ठेवलेल्या जागी ठेवा.

- चुंबकीय दिक्सुचीच्या सुईच्या हालचालीत काही बदल घडून येतो का ? आणि त्याचे कारण काय ?

दिक्सुचीची सुई चुंबकाला स्पर्श करता त्या चुंबकाव्दारे प्रभावित होते. सुईच्या हालचालीसाठी आणि एका निश्चित दिशेत स्थिर राहण्यासाठी बल कारणीभुत ठरते.

- दिक्सुचीच्या सुईवर कार्य करणाऱ्या बलाच्या स्वभाव कसा असतो ?

पट्टी चुंबकीय क्षेत्रामुळे सुईच्या काही अंतरावरून ते बल सुईवर कार्य करते.

कृती -2 मध्ये तुम्ही पाहिलेत की कागदावर वेगवेगळ्या ठिकाणी सुई वेगवेगळी दिशाभीमुखता दिखविते. यावरून चुंबकीय क्षेत्राला दिशा असुन ते एका ठिकाणापासून दुसऱ्या ठिकाणा बदलत असते.

पट्टी चुंबकाजवळ जेव्हा तुम्ही दिक्सुचीचे स्थान बदलता तेव्हा दिक्सुचीची दिशा भिन्नुखता बिंदु बिंदु वर बदलतांना दिसुन येते, दिक्सुचीला कागदावर खुप दुर ठेवा आणि प्रत्येक संदर्भात दिक्सुचीच्या सुईच्या दिशाभीमुखतेचे निरिक्षण करून पाहत जा.

- तुम्हाला काय निरिक्षणास येते ?

चुंबकापासुन दुर असलेल्या कोणत्याही ठिकाणावरून दिक्सुची ची सुई एकाच दिशेत उत्तर दक्षिण दिशा दाखविते.

- याचा अर्थ काय होतो ?

वरील निरक्षणावरून आपण असा निष्कर्ष काढु शकतो की, चुंबकापासुन अंतरानुसार क्षेत्रबल बदलत असते. आता दिक्सुचीला टेबलच्या थोडे वर चुंबकावर येईल असे धरा. तुमच्या दृष्टीस येते की, चुंबकाभोवती सर्व दिशेत चुंबकीय क्षेत्र त्रिमितीय असते यावरून आपण म्हणु शकतो की, चुंबकीय क्षेत्र हे त्रिमीय असते. म्हणजेच चुंबकीय क्षेत्र त्या चुंबका भोवती असते. वरील चर्चेवरून आपण सामान्य करण करू शकतो.

पट्टीचुंबकाच्या सभोवती चुंबकीय क्षेत्राचे अस्तीत्व असते आणि त्यास शक्ती आणि दिशा इत्यादी लक्षणे असतात.

- क्षेत्रबल आणि क्षेत्रदिशा आपण कशी माहित करतो ?

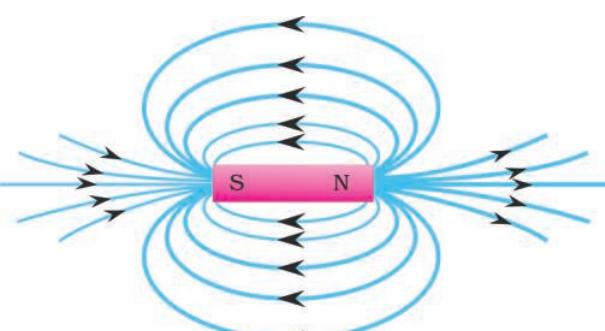
तुम्हास माहित आहे की, क्षेत्रबल हे दिक्सुचीच्या साहाय्याने ठरविता येते. क्षेत्रबल कसे ठरविता येते माहित करू या.

कृती 3

एका टेबलावर पांढऱ्या कागदाची एक शिट ठेवा. त्या टेबलाच्या मध्यभागी दिक्सुची ठेवा. दिक्सुचीच्या सुईच्या दोन्ही बाजुस दोन टिंब काढा. आता त्या दिक्सुचीला काढु घ्या. त्या दोन्ही बिंदुना जोडुन पृथ्वीची उत्तर - दक्षिण दिशा दाखविणारी एक रेषा काढा. आता त्या पट्टी चुंबकाला त्या रेषेवर अशा प्रकारे ठेवा की, त्याचे उत्तर धूव पृथ्वीच्या उत्तर धूवाकडे आले पाहिजे. आता दिक्सुचीला पट्टीचुंबकाच्या उत्तर धूवावर ठेवा. दिक्सुचीच्या सुईच्या उत्तर धूवावर एक ठिंब ठेवा. दिक्सुचीला काढुन त्या टिंबावर ठेवा. सुचकिं दुसऱ्या दिशेला दर्शविते. परत दिक्सुचीच्या सुईच्या उत्तर धूवावर एक टिंब ठेवा. पट्टी चुंबकाच्या दक्षिण दिशेला पोहचेपर्यंत ही प्रक्रिया पुन्हा पुन्हा करा. पट्टी चुंबकाच्या N धूवापासुन पट्टी चुंबकाच्या S धूवापर्यंत टिंबाला जोडा. तुम्हाला एक वक्र रेषा येते. आता पट्टी चुंबकाच्या उत्तर धूवापासुन दुसरा बिंदु निवडा. उत्तर धूव अनेक बिंदु घेऊन या प्रक्रियेला वारंवार करा. तुम्हाला आकृती -2 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे वेगवेगळे वक्र येतात.

- ही वक्रे काय आहेत ?

या वक्रांना सांकेतीक पणे चुंबकीय क्षेत्र रेषा (magnetic field lines) म्हणतात. या क्षेत्र रेषा काल्पनिक असतात. या रेषा चुंबकीय क्षेत्राचा स्वभाव ओळखण्यासाठी उपयोगी पडतात. म्हणुन या वक्र रेषा चुंबकीय क्षेत्र रेषा दर्शवितात.



आकृती-2: चुंबकीय क्षेत्र रेषा

जर तुम्ही दिक्सुचीला रेषवरील कोणत्याही बिंदुवर ठेवल्यास ती सुई रेषवरील स्पर्शीके शी स्थीर राहते म्हणुन आपण निष्कर्ष काढु शकतो की, क्षेत्र रेषवरील बिंदुवर काढलेली स्पर्शीका त्या चुंबकीय क्षेत्राला दिशा निर्देशन करणे.

- या क्षेत्ररेषा संवृत्त आहे का किंवा विवृत आहे?

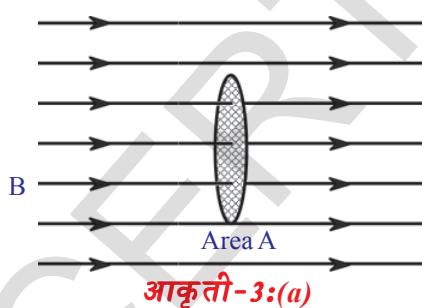
चुंबकीय क्षेत्ररेषा संवृत्त वक्रासारख्या दिसतात. परंतु चित्राकडे पाहून त्या क्षेत्ररेषा संवृत्त आहे का विवृत आहे याचा अनुमान तुम्ही लावु शकत नाही. कारण पट्टी चुंबकातुन जाणाच्या चुंबकाशी कशा सरेखन आहे याबदल आपणास माहिती नाही. आपल्याला या विषयी माहिती या धड्यात नंतर मिळेल.

रेषामधील जागेचे निरक्षण करा. काही ठिकाणी क्षेत्ररेषा एका जागी जमाव झाल्या सारख्या (पट्टी चुंबकाच्या धृवाजवळ) आणि ठिकाणी क्षेत्र रेषा दुर दुर (पट्टीचुंबकाच्या दुर गेल्यावर) आहेत. या आकृतीवरून आपण असा निष्कर्ष काढतो की, जेव्हा क्षेत्र रेषांचा जमाव होतो तेव्हा चुंबकीय क्षेत्र शक्तीशाली आणि रेषा दुर दुर असतांना चुंबकीय क्षेत्र दुर्बल असते.

अशारीतीने वाढलेले क्षेत्र एकसमान नाही कारण बिंदु बिंदु वर शक्ती आणि दिशा बदलत असते.

एका क्षेत्राचा स्वभाव त्या क्षेत्राच्या शक्तीच्या आणि दिशेच्या रूपात व्याख्या करता येते. क्षेत्राला एकसमान नसणारे क्षेत्र म्हणता येते जेव्हा त्याच्या दोन लक्षणापैकी म्हणजेच शक्ती किंवा दिशा ही बिंदु बिंदुवर बदलत असते. अशारीतीने क्षेत्राला एकसमान म्हणता येते जर पुर्ण क्षेत्रात शक्ती आणि दिशा स्थिर असते. एकसमान चुंबकीय क्षेत्राशी व्याख्या करू या.

- चुंबकीय क्षेत्रामधील प्रत्येक बिंदुवर क्षेत्राच्या परिमाणाची निश्चित किंमत आपण देऊ शकतो का?



चुंबकीय अभिवाह - चुंबकीय अभिवाह घनता

जागेतील एक समान चुंबकीय क्षेत्र विचारात घ्या. आकृती 3(अ) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे त्या क्षेत्रात एका बिंदुजवळ क्षेत्रफळ 'A' असलेले प्रतल क्षेत्राशी लंब आहे असे गृहीत धरु. काही क्षेत्ररेषा या प्रतलातुन जातांना तुमच्या दृष्टीस येते. ही संख्या त्या बिंदुवरील क्षेत्राच्या शक्तीचा अंदाज मिळवुन देते. क्षेत्राशी लंब असणाऱ्या, 'A' क्षेत्रफळाच्या प्रतलातुन जाणाच्या रेषेच्या संख्येला चुंबकीय अभिवाह (magnetic flux) म्हणतात. त्यास ' Φ 'या चिन्हाने दर्शवितात.

चुंबकीय अभिवाह क्षेत्रातील काल्पनिक प्रतलातुन जाणाच्या रेषेची संख्या दर्शविते. चुंबकीय अभिवाह क्षेत्रातील प्रतलाच्या दिशाभीमुख्यतेवर अवलंबुन असते. परंतु येथे आपण क्षेत्राशी लंब असलेल्या प्रतलास मात्र विचारात घेतले आहे. S.I पद्धतीत चुंबकीय अभिवाहचे एकक बेबर आहे. या चुंबकीय अभिवाह वरून क्षेत्राच्या शक्तीची व्याख्या सहजपणे करू शकतो. जर काल्पणीक प्रतल एकक क्षेत्रफळ असलेल्या (क्षेत्राशी लंब

असल्यास या एक क्षेत्रफळाच्या प्रतलातुन जाणारे अभिवाह वरून त्या क्षेत्राचे सामर्थ्य येते. या क्षेत्राच्या सामर्थ्याला तांत्रिकपणे चुंबकीय अभिवाह घनता (magnetic flux density (**B**) म्हणतात. म्हणजे क्षेत्राशी लंब असलेल्या एक क्षेत्रफळ असलेल्या प्रतलातुन जाणाऱ्या चुंबकीय अभिवाहाला चुंबकीय अभिवाह घनता अशी व्याख्या करता येते. **B** ला चुंबकीय क्षेत्र प्रवर्तन सुधा म्हणतात.

‘**A**’ क्षेत्रफळ असलेल्या अभिवाह ला Φ समजू या.

- क्षेत्राशी लंब असलेल्या एक क्षेत्रफळातुन जाणारे अभिवाह किती?

ते Φ/A . ला समान असते. चुंबकीय क्षेत्राशी लंब असणाऱ्या, प्रतलातुन जाणाऱ्या चुंबकीय अभिवाह आणि त्या प्रतलाच्या क्षेत्रफळाच्या गुणोत्तरास चुंबकीय अभिवाह घनता म्हणतात.

चुंबकीय अभिवाह घनता = चुंबकीय अभिवाह / क्षेत्रफळ

$$B = \Phi/A \Rightarrow \Phi = BA$$

चुंबकीय अभिवाह घनतेचे एक क्षेत्र (मिटर)² आहे. याला टेसला (Tesla) असे म्हणतात.

- क्षेत्रातील प्रतलाच्या दिशाभीमुख्यतेसाठी अभिवाहाच्या सुत्राचे सामान्य करण आपण करू शकतो का?

आकृती 3(b) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे चुंबकीय क्षेत्र **A** आणि **B** क्षेत्रफळ असलेल्या प्रतलाच्या लंब मधील कोन ‘ θ ’ समजू. क्षेत्राशी लंब असलेल्या प्रतलाचे प्रभावित क्षेत्रफळ **A cosθ** आहे. तर चुंबकीय अभिवाह घनता आहे.

$B = \text{चुंबकीय अभिवाह} / \text{प्रभावित क्षेत्रफळ}$
(या सुत्राचा उपयोग प्रतलाने क्षेत्राशी कोन केला तेव्हा होतो.).

$$\text{तर } B = \Phi/A \cos\theta$$

प्रतलातुन जाणारे अभिवाह

$$\Phi = BA \cos\theta.$$

- क्षेत्राशी समांतर घेतलेले प्रतलातुन जाणारे अभिवाह काय आहे?
- चुंबकीय अभिवाह आणि चुंबकीय अभिवाह घनता या संकल्पनेच्या माहितीची काय उपयोग होतो?

या धड्यानंतर ही कल्पना कशी वापरल्या जाते हे तुमच्या लक्षात येईल.

- जुन्या काळात वापरणारी विद्युत कॉर्लिंग बेल कशी काम करते?
- चुंबकाशिवाय इतर कोणतेही चुंबकीय क्षेत्राचे स्त्रोत आहे का?

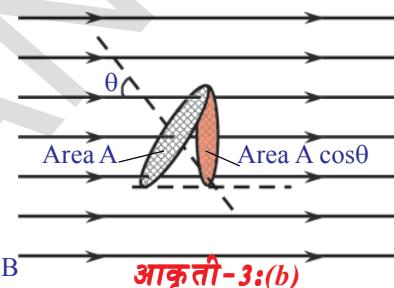
चला माहित करू या.

विद्युत प्रवाहामुळे निर्माण होणारे चुंबकीय क्षेत्र Magnetic field due to currents

कृती -1 मध्ये आपण पाहिले की, जेव्हा विद्युत प्रवाह वलयातुन वाहतो तेव्हा दिक्सुचीची सुई विचलीत होऊन दिशा बदले यावरून तारेतुन जाणाऱ्या विद्युत प्रवाहामुळे चुंबकीय क्षेत्र निर्माण होते. हा अनुमान लावु शकतो.

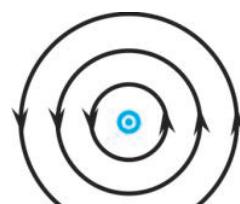
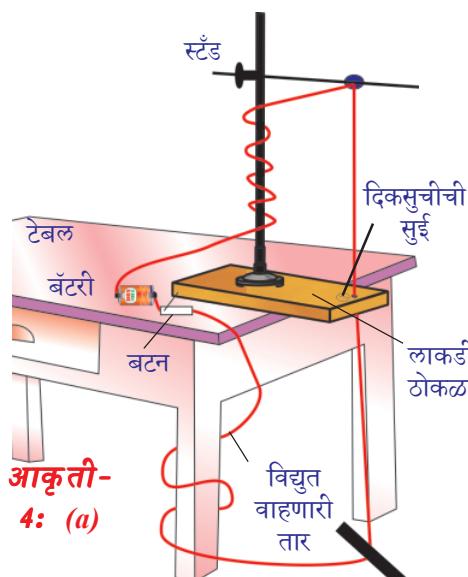
विद्युत वाहत असलेल्या तारेमुळे चुंबकीय क्षेत्र निर्माण होते.

याबद्दल चर्चा करू या.



(i) विद्युत प्रवाहीत सरळ तारेव्दारे चुंबकीय क्षेत्राची निर्माती

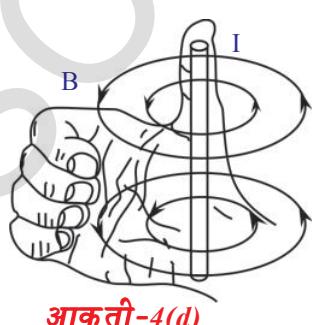
कृती 4



पृष्ठावाहेरील विद्युत धारा
आकृती-4(b)



पृष्ठाच्या आतील विद्युतधारा
आकृती-4(c)



आकृती-4(d)

एक लाकडी ठोकळा घेऊन त्यास आकृती 4(अ) दाखविल्या प्रमाणे एक छिद्र पाडा. या ठोकळ्याला टेबलावर ठेवा. आता ठोकळ्यावर एका स्टॅंडला ठेवा. आता 24 गेज असलेली तार त्या ठोकळ्याच्या छिद्रातुन आणि स्टॅंडच्या रबरी बुचातुन अशा प्रकारे जाऊ द्या की, ती तार स्टॅंडला स्पर्श न करता सरळ उभ्या स्थितीत राहिली पाहिजे. तारेची दोन्ही टोके बटनामार्गे बॅटरीला जोडा. 6 ते 10 दिक्सुचीच्या सुया त्या छिद्राच्या भोती वर्तुळाकार मार्गात अशारीतीने ठेवा की, त्याचा केंद्र छिद्रावर आला पाहिजे. 3 वोल्ट (किंवा -9) बॅटरीचा (विद्युत घट) चा वापर करून बटन सुरु करा. तारेतुन विद्युत प्रवाह वाहते.

- दिक्सुचीच्या सुईची दिशी बदलते?

तुम्हाला दिसुन येते की, ते वर्तुळाच्या स्पर्शीकेच्या दिशेला सुचवितात.
• तारेभोवती चुंबकीय क्षेत्ररेषेचा आकार कसा असतो?

ती नक्कीच वृत्ताकार रेषा असते. म्हणुन आपण निष्कर्ष काढु शकतो की, चुंबकीय क्षेत्ररेषा संवृत्त रेषा आहेत. सरळ तारेतुन जाणाऱ्या विद्युत प्रवाहामुळे निर्माण झालेले चुंबकीय क्षेत्र रेषा आकृती 4(ब) मध्ये आणि 4(क) मध्ये दाखविले आहे. विद्युत प्रवाह चालु असतांना त्या तारेभावती लोहकिस शिंपडुन आपण त्याची पडताळणी करू शकतो.

• क्षेत्र रेषेवरील कोणत्याही बिंदुवर चुंबकीय क्षेत्र प्रवर्तनाची दिशा काय असते?

जर विद्युत प्रवाह लंब दिशेने गेल्यास क्षेत्र रेषा आकृती 4(ब) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे घडऱ्याच्या काठ्याच्या दिशेत असतात. जर विद्युत प्रवाह पृष्ठातुन खालच्या दिशेत प्रवास केल्यास आकृती 4(क) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे घडऱ्याच्या काठ्याच्या विरुद्ध दिशेत असतात. आपण क्षेत्ररेषांची दिशा कशी ठरवितो? उजव्या हाताच्या अंगठ्याचा नियमावरून क्षेत्ररेषेची दिशा ठरविणे सोपे आहे. आकृती 4(अ) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे उजव्या हाताच्या अंगठ्याच्या दिशेत विद्युत प्रवाहीत झाला पाहिजे अशारीतीने विद्युत प्रवाहीत तारेला तुमच्या उजव्या हाताने पकडले आहे असे माना. तारेच्या भोवती असलेली इतर बोटे चुंबकीय क्षेत्राची दिशा सुचविते.

(ii) वृत्ताकार कुंडलामुळे निर्माण झालेले चुंबकीय क्षेत्र

कृती 5

पांढर्या कागदाने झाकलेल्या एक पातळ लाकडी ठोकळा घ्या आणि त्या ठोकळ्याच्या पृष्ठभागाशी आकृती 5(अ) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे दोन छिद्र पाढा. त्या छिद्रातुन रोधक आवरण असलेली तांब्याची तार घाला. आणि चार पाच वेळा गुंडाळून त्याची कुंडल बनवा. आकृती 5(अ)पाहा. तारेच्या टोकास विद्युत घटाच्या अग्राला बटनाब्दारे जोडा. आता वलयाचे बटन सुरु करा. कुंडलाच्या मध्यावर ठेवलेल्या लाकडी ठोकळ्यावर दिक्सुचीची सुई ठेवा. दिक्सुचीच्या दोन्ही बाजुवर बिंदुची खुण करा. त्या दोन बिंदुपैकी एका बिंदुवर दिक्सुची पुन्हा पुन्हा ठेवा. परत दुसऱ्या बिंदुवर ठेवा. ठोकळ्याच्या कडावर पोहचे पर्यंत असेच करत जा. आता केंद्रापासुन कुंडलाच्या दुसऱ्या बाजुला बिंदुची खुण करून पुन्हा पुन्हा करा. या बिंदुना जोडणारी रेषा काढा. तुम्हाला वृत्ताकार कुंडलाची क्षेत्ररेषा येते. त्या समान रेषा काढा. तुम्हाला वृत्ताकार कुंडलाच्या क्षेत्र रेषा येतात.

- कुंडलाच्या चुंबकीय क्षेत्राची दिशा तुम्ही कसे सांगु शकता ?

या प्रश्नाचे उत्तर दिक्सुचीच्या दिशाभुमुखाते वरून मिळते. जेव्हा तुम्ही हि दिक्सुची कुंडलाच्या केंद्रावर ठेवता तेव्हा तुम्हाला दिसून येते. ज्या दिशेत दिक्सुचीची सुईस्थिर अवस्थेत आली तेव्हा त्या कुंडलीमुळे क्षेत्राची दिशा सुचविते अशा तर्फे क्षेत्राची दिशाही त्या कुंडलाच्या प्रतलास लंब असते.

- दिक्सुची सुचिका चुंबकीय क्षेत्राच्या दिशेतच का असते ?

दिक्सुचीला कुंडलीच्या एका पृष्ठभाग समोर ठेवून दिक्सुचीच्या सुईच्या दिशाभीतमुखेतेचे निरक्षण करा. कुंडलासमोरील सुईच्या धृवाची नोंद करा. आपणास माहित आहे की, दक्षिणधृव हे उत्तर धृवाकडे आकर्षण करते. सुई अशाप्रकारे दिशाभीमुख असते की त्याचे दक्षिण धृव कुंडलाच्या उत्तर धृवाकडे असते. यावरून तुमच्या समोरील तारेच्या कुंडलीतील विद्युत घडयाळीच्या काट्याच्या विरुद्ध दिशेत प्रवाहीत झाल्यास निर्माण होणारे चुंबकीय क्षेत्र तुमच्या कडे असलेल्या दिशेत असते. तुमच्या प्रयोगात याची पडताळणी करा. (कुंडलाच्या तारेला स्पर्श करू नका) कुंडलातील विद्युत घडव्याच्या काट्याच्या दिशेत प्रवाहीत असल्यास चुंबकीय क्षेत्र दिशा तुम्ही समोर जाणाऱ्या दिशेत असते. उजव्या हाताच्या अंगठ्याच्या निमयावरून कुंडलाची क्षेत्र दिशा ठरवितायेते.

“विद्युत प्रवाहाच्या दिशेत तुमच्या उजव्या हाताची बोट दुमडल्यास तुमचा हाताचा अंगठा चुंबकीय क्षेत्राची दिशा सुचविते. हे उजव्या हाताच्या नियमावरून कळते.”

आकृती 5(ब) मधील चुंबकीय क्षेत्राची दिशा पाहा.

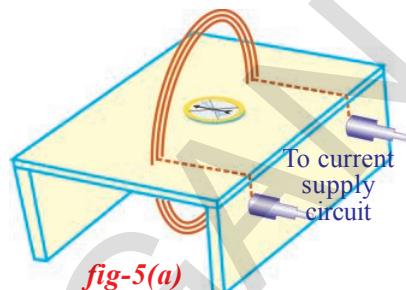
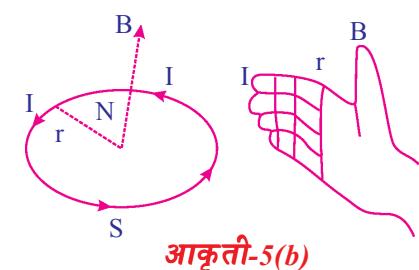


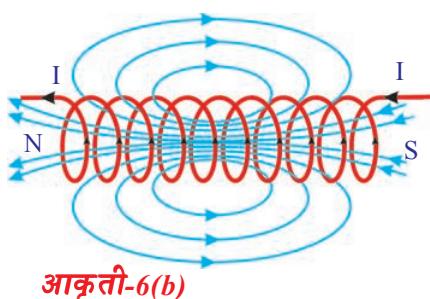
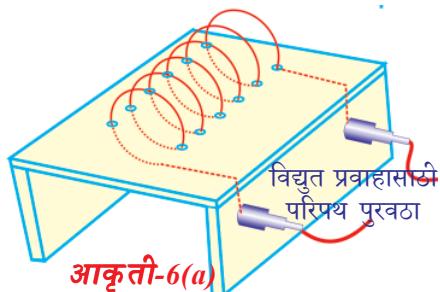
fig-5(a)



आकृती-5(b)

(iii) सोलेनाईड मुळे निर्माण होणारे चुंबकीय क्षेत्र (solenoid)

कृती 6



एका लाकडी ठोकळ्याला पांढरा कागद चिकटवा. आकृती 6(अ) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे त्याच्या पृष्ठभागावर समान अंतरावर छिद्र पाढा. आकृती 6(अ) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे ताब्यांची तार त्या छिद्रातुन घाला. या तारेमुळे कुंडल तयार होते. या तारेचे (कुंडलीच्या) दोन्ही टोकं विद्युत घटास बटनाच्या साहाय्याने जोडा. वलयाचे बटन सुरु करा. कुंडलातुन विद्युत प्रवाह वाहतो. कुंडला भोवती ठोकळ्याच्या पृष्ठभागावर लोहकिस शिंपडा, त्यास थोंडे झटका. कागदावर एका विशिष्ट क्रमातील नमुन्यासारखे लोहकिस दिसुन येते.

- क्रमवार नमुन्यात ते कसे सुव्यवस्थीत होतात ?

या लंब कुंडलास सोलेनाईड म्हणतात. लांबीच्या मानाने कमी व्यासाच्या दंडगोलावर रोधक वेष्टन असलेली तारेची वेटोळी बसवुन तयार केलेले उपकरण सोलेनाईडचे क्षेत्र आकृती 6(ब) मध्ये दाखविलेले आहे. सोलेनाईडस ने निर्माण केलेल्या चुंबकीय क्षेत्ररेषा पट्टीचुंबकाच्या चुंबकीय क्षेत्ररेषे सारख्याच

दिसतात. त्या रेषामुळे पट्टीचुंबकासारखे सोलेनाईड वर्तणुक करते हे सुचित करते. सोलेनाईडमुळे निर्माण झालेली क्षेत्र दिशा उजव्या हाताच्या निमयाव्दारे ठरविता येते. सोलेनाईडचे एक टोक उत्तर धृवासारखे आणि दुसरे टोक दक्षिण धृवासारखे वागते. सोलेनाईडसच्या बाहेरील क्षेत्ररेषा त्याच्या आत सुध्दा अखंड असतात. सोलेनाईडसच्या बाहेरील क्षेत्र रेषेची दिशा उत्तर ते दक्षिण आणि आतील क्षेत्र रेषेची दिशा दक्षिण ते उत्तर असते. अशा तर्फे चुंबकीय क्षेत्ररेषा संवृत वल्य आहेत.

विद्युत प्रवाहीत तारेपासुन चुंबकीय क्षेत्रनिर्माण होते म्हणुन गतीतील विद्युत प्रभार चुंबकीय क्षेत्र निर्माण करतात.

- विद्युत प्रवाह वाहत असलेल्या तारेला चुंबकीय क्षेत्राला ठेवल्यास काय घडते ? चला माहित करु या.

चल प्रभार आणि विद्युत प्रवाहीत तारेवरील चुंबकीय बल

कृती 7

TV च्या स्क्रिन जवळ उभे राहा. TV सुरु करा. (जुनी CRT, TV)

- तुमच्या त्वचेवर कोणत्याही स्पर्शाची जाणीव होते का ?
- या मागची कारणे काय आहे ? एक पट्टी चुंबक घेऊन त्यास टिक्ही. स्क्रिन जवळ आणा तुम्हाला काय दिसुन येते ? TV स्क्रिन वरील चित्र विकृत झालेले तुम्हाला दिसुन येते ?
- चित्र विवृत का होतात ?

- स्क्रिन जवळ पोहणाच्या इलेक्ट्रानच्या गतीवर पट्टी चुंबकाच्या चुंबकीय क्षेत्राचा प्रभाव पडतो का?

पट्टीचुंबकाला स्क्रिनच्या दुर न्या. आता तुम्हाला चित्र स्पष्ट दिसते. पट्टीचुंबकाच्या चुंबकीय क्षेत्राचा इलेक्ट्रानच्या गतीवर प्रभाव पडतो. याची खात्रीहोई पर्यंत ही कृती वारंवार करत जा. हालचाल करणाच्या प्रभारावर चुंबकीय क्षेत्राने लावलेल्या बलामुळे चित्र विकृत होते. या बलास चुंबकीय बल (magnetic force)असे म्हणतात.

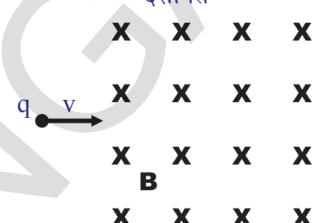
- चुंबकीय क्षेत्रात हालचाल करणाच्या प्रभाराव्दारे अनुभवालेले बल आपण माहित करु शकतो का?

आकृती - 7 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे 'q' प्रभार 'v' वेगाने चुंबकीय क्षेत्र 'B' ला लांबास आहे असे समजू. हालचाल करणाच्या प्रभारावरील चुंबकीय बल प्रयोगाव्दारे माहित करता येते. आणि यास असे लिहता येते.

$$F = q v B$$

प्रभारावरील चुंबकीय बल हे प्रभार, वेग आणि चुंबकीय अभिवाह या तीन राशीच्या गुणाकाराएवढे असते. 'q' प्रभारावर कार्यरत असलेल्या चुंबकीय बलाचे समीकरण $F = q v B$ आहे. 'v' प्रभार असलेल्या कणाच्या वेगाची दिशा ही 'B' चुंबकीय क्षेत्राच्या दिशेला लंब असते. फक्त यासाठीच हे समीकरण लागू होते.

X हे त्या पृष्ठामधील B ची दिशा दर्शविते



आकृती-7

- प्रभारावरील चुंबकीय बलाच्या समीकरणाचे आपण सामान्य करण करु शकतो का?

जेव्हा क्षेत्राची दिशा B आणि त्याचा वेग V या मधील कोन ' θ ' असतो

गतीशिल प्रभार, चुंबकीय क्षेत्रामधील ' θ ' कोन असतांना त्या प्रभारावर कार्यरत चुंबकीय बलास खालील समीकरणाव्दारे सुचितवा येते असे प्रयोगाव्दारे सिध्द करण्यात आले.

$$F = q v B \sin\theta.$$

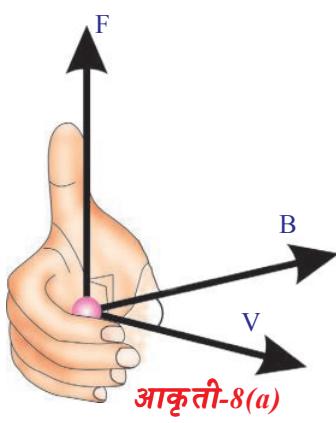
- चुंबकीय क्षेत्राला समांतर असलेल्या गतीशील प्रभारावरील चुंबकीय बल काय आहे? किती आहे?

चुंबकीय क्षेत्राला समांतराने जेव्हा प्रभार हालचाल करतो. (चुंबकीय क्षेत्रासोबत किंवा क्षेत्राविरुद्ध) तेव्हा θ ची किंमत शून्य होते. वरील समीकरणात 0 आहे म्हणुन $\sin\theta = 0$ होते.

अशातच्युते जेव्हा प्रभार चुंबकीय क्षेत्राच्या समांतराने गमन करते (क्षेत्राच्या दिशेत किंवा क्षेत्राच्या विरुद्ध दिशेत) तेव्हा प्रभाराने अनुभवालेले बल शून्य असते.

- गमन करणाच्या प्रभारावर कार्यरत चुंबकीय बलाची दिशा काय असते?

चुंबकीय क्षेत्रात गमन करणाच्या प्रभारावरील कार्यरत चुंबकीय बलाची दिशा माहित करण्याची एक सोपी पद्धत आहे. हालचाल करणाच्या प्रभाराच्या वेगाच्या दिशेत तुमच्या उजव्या हाताची बोट ठेवा आणि चुंबकीय क्षेत्राच्या दिशेत तुमच्या बोटाचे वलय करा. तेव्हा नंतर आकृती 8(अ) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे हाताचा अंगठा चुंबकीय बलाची दिशा दर्शविते. हा नियम चुंबकीय वेगाची दिशा आणि चुंबकीय क्षेत्रामधील कोनासाठी



लागु होतो. चुंबकीय बलाची दिशा नेहमी वेग आणि चुंबकीय क्षेत्राच्या दिशेला लंब असते.

साधारणत: उजव्या हाताचा नियमाचा उपयोग होतो जेव्हा प्रभाराचा वेग आणि चुंबकीय क्षेत्र एकमेकांस लंब असतात. या नियमावरून उजव्या हाताची तर्जनी, मधले बोट आणि अंगठा परस्पर लंब ठेवण्यास तर्जनी ही प्रभाराच्या वेगाची दिशा किंवा विद्युत, मधले बोट, क्षेत्र दिशा, (B) अंगठा बलाची दिशा f ला सुचित करते. आकृती 8(ब) पाहा.

हा नियम फक्त धन प्रभाराला लागु होतो.

- क्षेत्रातील हालचाल करणाऱ्या ऋण प्रभारावर कार्यरत बल कोणत्या दिशेत कार्य करते?

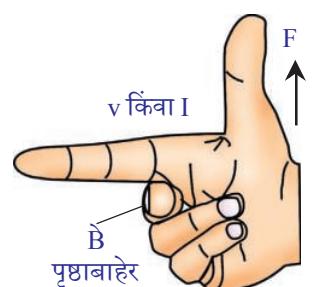
प्रथम ऋणप्रभारवर कार्य करणाऱ्या बलाची दिशा माहित करा. त्यानंतर त्याची विस्तृद दिशा माहित करा. येणारी नविन दिशा ही ऋणात्मक प्रभारावर कार्य करणारी बलाची दिशा आहे.

प्रभारीत कणांवर कार्य करणाऱ्या बलाचे उदाहरण पाहू या.

उदाहरण 1

आकृती-8(b): धन प्रभारासाठी उजव्या हाताचा नियम

प्रभारी कण 'q' हे 'v' वेगाने हालचाल करीत असुन ते चुंबकीय क्षेत्राचे प्रवर्तन B ला लंब आहे. प्रभार मार्गाची त्रिज्या आणि कणांचा भ्रमण काळ माहित करा.



आकृती-8(b): धन प्रभारासाठी उजव्या हाताचा नियम

सोडवणुक : आकृती E-1 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे क्षेत्र दिशा या पृष्ठावर आहे असे समजू. कणाबद्दारे अनुभवलेले बल $F = q v B$ आपणास माहित आहे, बल नेहमी वेगाच्या लंब दिशेत असते. म्हणुन प्रभारीत कणावरील कण वृत्तकार मार्गात चलन करतात आणि प्रभारीत कणावरील बल अभिकेंद्री बलासारखे कार्य करते.

समजा r ही वर्तुळाकार मार्गाची त्रिज्या आहे.

$$\text{अभिकेंद्री बल} = mv^2 / r$$

$$q v B = mv^2 / r$$

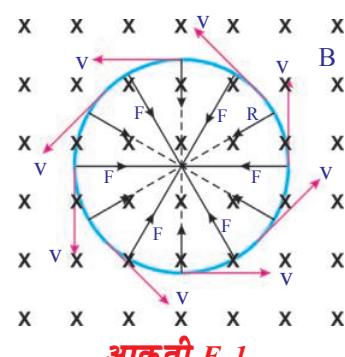
या समीकरणाला सोडविल्यास $r = mv / Bq$

कणाचा भ्रमण काळ $T = 2\pi r / v$

r ची किंमत वरील समीकरणात मांडल्यास

$$T = 2\pi m / Bq$$

- विद्युत प्रवाहीत तारेला चुंबकीय क्षेत्रात ठेवल्यास काय घडते?



आकृती-E-1

विद्युत प्रवाह म्हणजे चलनारील प्रभार होय. आपणास माहित आहे की, प्रत्येक प्रभार चुंबकीय बलाचा अनुभव घेतात त्याच प्रमाणे विद्युत प्रवाहीत तारेला चुंबकीय क्षेत्रात ठेवले असता चुंबकीय बलाचा अनुभव घेतात.

- चुंबकीय क्षेत्रात ठेवलेल्या विद्युत प्रवाहीत तारेवर कार्य करणारे चुंबकीय बल तुम्ही ठरवू शकता का?

आपणास माहित आहे की, तारेतील प्रत्येक प्रभार, चुंबकीय बल अनुभवत नाही कारण प्रभार क्षेत्रात, क्षेत्राच्या दिशेला समांतराने हालचाल करीत असतात. म्हणुन तारेवरील कार्यरत बल शुन्य असते. जेव्हा ती चुंबकीय क्षेत्रात ठेवली जाते.

एकसमान चुंबकीय क्षेत्र 'B'ला समांतर एका सरळ विद्युत प्रवाहीत तारेला लंब ठेवल्यास त्यावर कार्य करणारे चुंबकीय बल माहित करू या. 'B' ची दिशा या पृष्ठात आहे असे समजू. आकृती 9 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे याला 'x' ने दर्शविले आहे. समजा क्षेत्राची लांबी L पर्यंतच मर्यादीत आहे. म्हणुन L ची लांबीच्या तारेच्या भागापर्यंतच चुंबकीय क्षेत्रात आहे. उरलेली तार चुंबकीय क्षेत्राच्या बाहेर आहे. आपणास माहित आहे की, विद्युत प्रवाह म्हणजे हालचाल करणारे प्रभार म्हणुन ते काही विशेष वेगाने हालचाल करतात त्यास अनुगमन वेग (drift velocity 'v') असे म्हणतात.

एकाकी प्रभारावरील चुंबकीय बल

$$F_0 = q v B$$

चुंबकीय क्षेत्रातील एकुण प्रभार Q होते. प्रवाहीत तारेवरील चुंबकीय बल

$$F = Q v B \quad \dots \dots \dots (1)$$

तारेचे दोन्ही टोक विद्युत घटच्या अग्राला जोडले आहे असे माना.

क्षेत्र ओलांडण्यासाठी प्रभाराने (Q) घेतलेला आहे.

$$t = L / v \Rightarrow v = L/t \quad \dots \dots \dots (2)$$

या किंमतीना समीकरण 1 मध्ये ठेवल्यास

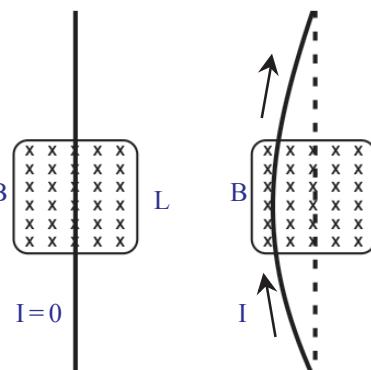
$$F = Q (L/t) B \Leftrightarrow F = (Q / t) LB \quad \dots \dots \dots (3)$$

आपणास माहित आहे. Q / t हे तारेतील विद्युत प्रवाहच्या समान आहे.

$$I = Q / t$$

' I ' ची किंमत समीकरण 3 मध्ये प्रतिक्षेपीत केल्यास

$$F = ILB \quad \dots \dots \dots (4)$$



आकृती-9

सुचना : विद्युत प्रवाहाची दिशा चुंबकीय क्षेत्राला लंब असल्यास हे समीकरण लागू पडते.

आकृती 9 मध्ये तारेवर बल लावल्यामुळे ती वाकलेली दिसते.

- चुंबकीय क्षेत्राशी विद्युत प्रवाहीत तारेच्या लांबीने केलेला कोन ' θ ' असल्यास त्या तारेवरील बल काय राहील?

जर विद्युत प्रवाहाची दिशा आणि चुंबकीय क्षेत्रातील कोन '०' असल्यास विद्युत प्रवाहीत तारेवरील कार्यरत बल

$$F = ILB \sin\theta \text{ (कोणत्याही कोनावर)} \quad \dots\dots\dots(5)$$

- तुम्ही त्याची दिशा कशी माहित कराल?

विद्युत प्रवाहीत तारेवरील कार्य करण्याच्या बलाची दिशा माहित करण्यासाठी तुम्ही उजव्या हाताचा नियमाचा उपयोग करू शकता.

विद्युत प्रवाहीत तारेवरील लावलेला बल प्रयोगाव्दरे माहित करू या.

कृती 8

एक लाकडी ठोकळा घेऊन त्यावर दोन लंब लाकडी काढ्या घटू बसवा. या लाकडी काढ्याचे वरचे टोक चिरा. तांब्याची तार या चिन्यातुन जाऊन 3 वोल्ट बॅटरीला (विद्युत घटाला) त्या तारेचे टोक बटनाव्दारे जोडा. वल्यु पूर्ण करण्यासाठी बटन बंद करा.

तारेतुन विद्युत प्रवाहीत होते. आता घोड्याच्या नालाकृती आकाराचे चुंबक (horseshoe magnet) आकृती 10 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे तांब्यांच्या तारेजवळ आणा.

- तारेला काय हाते?
 - तार कोणत्या दिशेत विचलीत होते?

उजव्या हाताचा नियम वापरून बलाचे
विचलन माहित करा.

- प्रयोगात्मक रितीने निरिक्षण केलेले विचलनाची दिशा सैदंधातीक पणे अपेक्षीत केल्यासारखीच असते का?

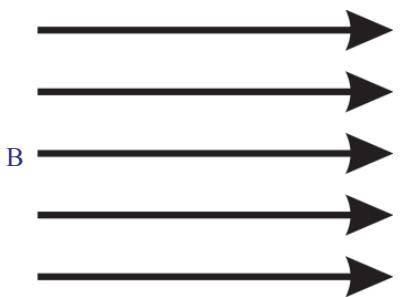
त्या घोड्याच्या नालाकृती आकाराच्या चुंबकाची धूवे बदला. परत विचलनाचे निरिक्षण करा. वल्यातील विद्युत प्रवाहाची दिशा बदलत वारंवार करत जा.

- चुंबकीय क्षेत्राव्दारे तारेवर लावलेल्या चुंबकीय बलाच्या दिशेसाठी उजव्या हाताचा नियम स्पष्टीकरण देऊ शकते का?

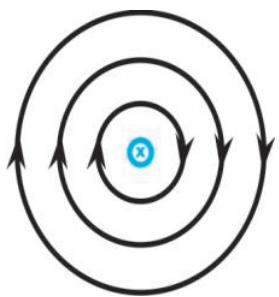
चुंबकीय क्षेत्राव्दोर विद्युत प्रवाहीत तारेवर लावलेल्या चुंबकीय बलाची दिशा माहित करण्यासाठी उजव्या हाताचा नियम उपयोगी पडतो. तारेच्या विचलनाचे कारण स्पष्ट करण्यासाठी हा नियम उपयोगी पडत नाही.

- तम्ही याची कारणे देऊ शकता का?

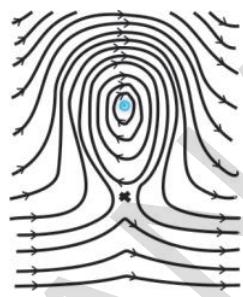
तारेत विद्युत प्रवाह नाही अशा प्रसंगाची कल्पना करा. बाहेरील स्त्रोतामुळे तिथे फक्त चुंबकीय बल असते (घोड्याच्या नालाकृती आकाराचे चुंबक) जेव्हा विद्युत प्रवाह असतो तेव्हा ती चुंबकीय क्षेत्र निर्माण करते. हे क्षेत्र एकमेकांवर व्यापुन एकसमान नसणारे क्षेत्र तयार करते. यास आपण स्पष्टपणे आकृतीद्वारे पाहू शकतो.



आकृती-11(a): घोड्याच्या नालाकृती चुंबकाचे उत्तर आणि दक्षिण धूवामधील चुंबकीय क्षेत्र घ्या



आकृती-11(b): पृष्ठामधील विद्युत धारा



आकृती-11(c)

घोड्याच्या नालाकृती चुंबकाचे उत्तर आणि दक्षिण धूवामधील चुंबकीय क्षेत्र घ्या आकृती 11(अ) मध्ये दाखिवले आहे. पृष्ठाशी लंब असलेल्या एका तोरची कल्पना करा. त्या तारेतुन विद्युत प्रवाह प्रवाहीत होत असल्याचे गृहीत धरा. आकृती 11(ब) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे ती चुंबकीय क्षेत्र निर्माण करते. आता क्षेत्र रेषेची पाहणी करून येणाऱ्या रेषेची आकृती काढा. क्षेत्रीय रेषांच्या दिशा तारेतील वरच्या भागामुळे (वृत्ताकार रेषा) घोड्याच्या नालाकृती चुंबकाच्या क्षेत्र रेषेच्या दिशेशी संपतन होतात. क्षेत्र रेषाख्या दिशा तारेतील खालच्या भागाबदारे(वृत्ताकार रेषा) घोड्याच्या नालाकृती चुंबकाच्या क्षेत्ररेषेच्या दिशेला विरुद्ध असते. यामुळे वरच्या भागातील निव्वळ क्षेत्र सामर्थ्यवान आणि खालच्या भागातील निव्वळ क्षेत्र दुर्बल असते. म्हणुन तारेच्या भोवती असमान क्षेत्र निर्माण होते. हे असमान क्षेत्र आकृती 11(क) मध्ये दाखविले आहे. म्हणुन तार दुर्बल क्षेत्राकडे हालचाल करण्याचा प्रयत्न करते.

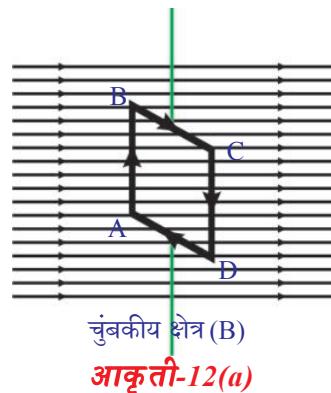
- उजव्या हाताच्या नियमाबदारे माहित केलेल्या चुंबकीय बलदिशेतच तार विचलीत होते का?
- विद्युत प्रवाहीत कुंडल एकसमान चुंबकीय क्षेत्रात ठेवल्यास काय घडते?
- विद्युत मोटाराची निर्मीती करण्यासाठी या ज्ञानाचा उपयोग करू शकतो का? चला या प्रश्नासाठी प्रयत्न करू

विद्युत मोटर (Electric Motor)

विद्युत मोटरची कार्य प्रणाली समजण्यासाठी आपणास एकसमान चुंबकीय क्षेत्रात ठेवलेल्या विद्युत प्रवाहीत कुंडलाच्या स्वभावाबद्दल माहिती घेणे गरजेचे आहे.

आकृती 12(अ) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे एकसमान चुंबकीय क्षेत्रात आयताकार कुंडल ठेवलेले आहे, असे समजु. वलयावरील बटन सुरु करून आयताकार कुंडल मधून विद्युत प्रवाह प्रवाहीत होईल असे करू. कुंडलामधील विद्युत प्रवाहाची दिशा आकृती 12(अ) मध्ये दाखविली आहे.

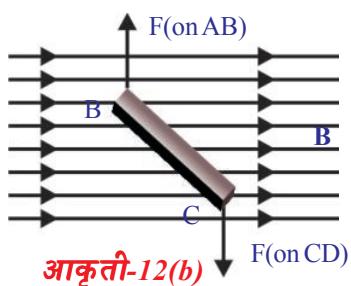
- चुंबकीय क्षेत्राशी AB आणि CD ने केलेला कोन किती आहे?
ते क्षेत्राशी नेहमी लंब असलेले तुमच्या निरिक्षणास येते.



**चुंबकीय क्षेत्र (B)
आकृती-12(a)**

- AB आणि CD बाजुवर चुंबकीय बलदिशा काढु शकता का ?

चुंबकीय बल दिशा माहित करण्यासाठी उजव्या हाताचा नियम वापरा. AB वर चुंबकीय बल आतुन कार्य करते आणि चुंबकाच्या क्षेत्राशी लंब असते, CD वर पृष्ठापासुन बाहेर कार्य करते.



आकृती 12(ब) पाहा. या आकृतीत तारेला, वरुन पाहिल्यास कशी दिसते, हे दाखविले आहे. BC आणि DA बाजुवर बल वेगवेगळे असते, कारण चुंबकीय क्षेत्रात कुंडलाच्या विविध ठिकाणी, ते विविध कोन तयार करतात.

- BC आणि DA बाजुवर बलाची दिशा कशा प्रकारची असते ?

BC बाजुवर चुंबकीय बल कुंडलास खालच्या दिशेत ओढते. आणि DA बाजुवर चुंबकीय बल कुंडलास वरच्या दिशेत ओढते.

- आयताकार कुंडलावर निव्वळ बल किती असते ?

बाह्य चुंबकीय क्षेत्रामुळे AB वर कार्य करणारे बल CDवर कार्य करणाऱ्या बला समान असुन विरुद्ध दिशेत असते. कारण ते, समान विद्युत प्रवाह विरुद्ध दिशेत वाहन नेतात. म्हणजे या बलाची बेरीज शुन्य आहे. अशारीतीने याच कारणामुळे BC आणि DA बाजुवर कार्यकरणाऱ्या बलांची बेरीज शुन्य असते. म्हणुन कुंडलावर निव्वळ बल शुन्य असते. परंतु तिथे कुंडल भ्रमण करते. हे कसे शक्य आहे ?

- कुंडल का भ्रमण करतात ?

बाटलीचे झाकण उघळण्याचे एक उदाहरण विचारात घेऊ. येथे झाकणावर दोन समान आणि विरुद्ध बल कार्य करीत आहे. आकृती 12 (ब) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे बाटलीच्या झाकण्याच्या दोन्ही बाजुला समान परिमाणाचे आणि विरुद्ध दिशेचे दोन बल कार्य करीत असले पाहिजे. या बलामुळे झाकण भ्रमण करते. अशारीतीने कुंडलाच्या दोन्ही बाजुवर समान आणि विरुद्ध बल जोडीने कार्य केल्यामुळे आयताकार कुंडल घड्याळ्याच्या काट्याच्या दिशेत भ्रमण करते.

- कुंडलामधील विद्युत प्रवाहाची दिशा स्थिर राहिल्यास त्या कुंडलाच्या भ्रमणाचे काय होते ?

जर कुंडलील विद्युत प्रवाहाची दिशा न बदलल्यास ते वरच्या दिशेने उभ्या स्थितीत भ्रमण करते नंतर त्याच्या जडत्वामुळे ते पुढे घड्याळ्याच्या काट्याच्या दिशेत भ्रमण करते. परंतु आता कुंडलाच्या बाजु विरुद्ध दिशेत असलेल्या बलास अनुभवते, म्हणुन ही बले घड्याळ्याच्या काट्याच्या विरुद्ध दिशेत भ्रमण करण्याचा प्रयत्न करते. परिणामी हे कुंडल थांबते आणि परत घड्याळ्याच्या काट्याच्या दिशेत भ्रमण करते. हे विद्युत प्रवाहाची दिशा स्थिर असे पर्यंत पुढे सुरु राहते.

- कुंडल सतत भ्रमण करण्यासाठी काय केले पाहिजे ?

कुंडलीतील विद्युत प्रवाहाची दिशा अर्ध्या भ्रमणानंतर विरुद्ध दिशेत प्रवास केल्यास कुंडल त्याच दिशेत सतत भ्रमण करते. अशा तर्फे कुंडलातील विद्युत प्रवाह प्रत्येक अर्ध्या भ्रमणानंतर उलट दिशेने प्रवाहीत होते तेव्हा कुंडल सतत एकाच आणि सारख्या दिशेत भ्रमण करते.

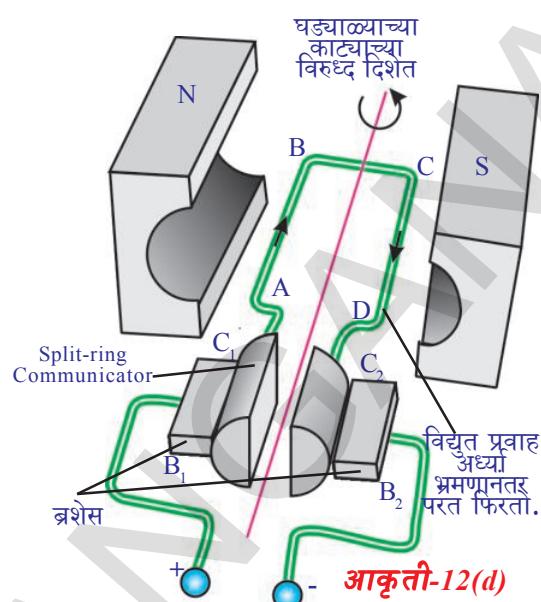
- आपण हे कसे साध्य करू शकतो?

हे साध्य करण्यासाठी आकृती 12(ड) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे B_1 आणि B_2 ब्रशेसचा (brushes) उपयोग करतात. हा ब्रश बॅटरीला जोडतात. कुंडलीची टोके C_1 आणि C_2 घसरणाऱ्या रिंगाना जोडल्या आहेत. त्या कुंडलीसोबत भ्रमण करतात. सुरुवातीला C_1 ही B_1 च्या आणि C_2 ही B_2 च्या संपर्कात असते. अर्ध्या भ्रमणानंतर ती ब्रशेस इतर घसरत्या रिंगाऱ्या संपर्कात अशा रितीने येतात की, कुंडला मधील विद्युत प्रवाह विपरीत दिशेत वाहू लागतो. प्रत्येक अर्ध्या भ्रमणानंतर असे घडते अशारीतीने कुंडलीची भ्रमण दिशा सारखीच राहते. हा नियम विद्युत मोटर (“electric motor.”) मध्ये वापरल्या जातो.

विद्युत मोटर (चलीत्र) मध्ये विद्युत उर्जा ही यांत्रिक उर्जेत बदलते.

जेव्हा विद्युत प्रवाहीत कुंडलास एकसमान चुंबकीय क्षेत्रात ठेवल्या जाते तेव्हा ते कुंडल भ्रमण करते हे आपण शिकलो.

- विद्युत प्रवाह नसणाऱ्या कुंडलास चुंबकीय क्षेत्रात भ्रमण करायला लावल्यास काय घडते?
- विद्युत प्रवाह कसा निर्माण होतो?



(?) आपणास माहित आहे का?

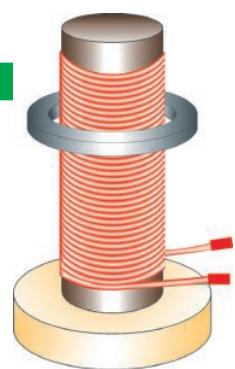
- प्रवर्तीत विद्युताची दिशा, चुंबकीय क्षेत्र आणि बळ यांच्यामधील संबंध फ्लेमिंगच्या डाव्या हाताच्या नियमाचा उपयोग करून समजवता येतो. डाव्या हाताचा अंगठा, मधले बोट आणि तर्जनी यांना असे ताणा की, ते एकमेकांशी लंब असतील. तर्जनी चुंबकीय क्षेत्राची दिशा दर्शवते मधले बोट विद्युत प्रवाहाची दिशा दर्शवते आणि अंगठा बळाची दिशा दाखवते. फ्लेमिंगच्या डाव्या हाताच्या नियमाने आपण विद्युत मोटारचे कार्य समजवू शकतो.

विद्युत चुंबकीय प्रवर्तन

कृती 9

आकृती 13(अ) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे एका लाकडी तुकड्याच्या आधाराने एका मऊ दंडगोलास त्या लाकडावर उभे घटू बसवा. आकृती 13(अ) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे त्या मऊ लोखंडाभोवती तांब्याची तार गुंडाळा. त्या मऊ लोखंडी दंडगोलाच्या त्रिजे पेक्षा मोठी त्रिज्या असलेली एक रिंग घेऊन त्या दंडगोलामध्ये घाला. कुंडलाची टोके प्रत्यावर्तीधारेला AC जोडुन बटन चालु करा.

- तुम्हाला काय दिसुन येते?



आकृती-13(a)

धातुची रिंग त्या कुंडलावर अधांतरी उचलल्या सारखी दिसून येते.

विद्युत पुरवठा बंद करा. ती रिंग हवेत उडते. AC प्रत्यावर्ती धारा काढून अनार्विधारे DC चा पुरवठा करा. काय घडते पाहा.

- या दोन्ही संदर्भात वागण्यात काय फरक आहे?
- जेव्हा रिंग हवेत उडते तेव्हा गुरुत्वाकर्षणा विरुद्ध कोणते बल रिंगला मदत करतात?
- अनार्विधारेमुळे रिंग हवेत उडते का?

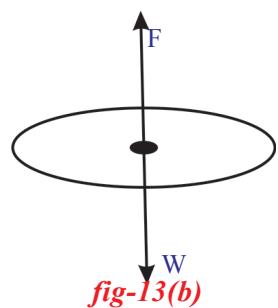


fig-13(b)

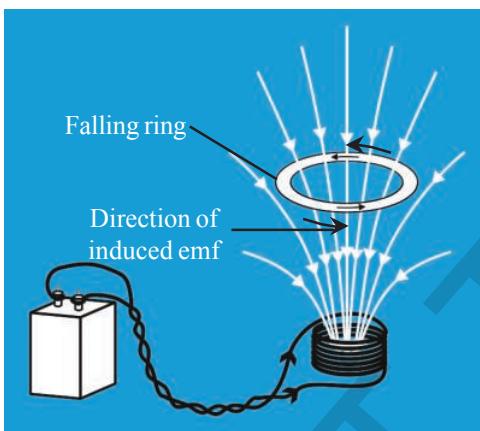
धातुची रिंग प्रत्यावर्तीधारा AC वापरल्यास हवेत उडते. म्हणुन त्यावरील निव्वळ बल न्युटनच्या दुसऱ्या नियमा प्रमाणे शुन्य असते. धातुच्या रिंगची मुक्त वस्तुची आकृती 13(ब) मध्ये दाखविली आहे. यामध्ये वजन (w) खालच्या दिशेने कार्य करते. रिंगला संतुलीत करण्यासाठी बल हे समान परिमाणाने (F) आणि विरुद्ध दिशेत कार्य केले पाहिजे. हे आकृती 13(ब) मध्ये दाखविले आहे.

- धातुच्या रिंगवर कार्य करणारे अनोळखी बल कोणते आहे?

या कृतीत AC चा वापर केला आहे. AC ही त्याची दिशा आणि परिमाण नियमीत कालावधीत बदलते. कुंडलातील विद्युत प्रवाहामुळे चुंबकीय क्षेत्र निर्माण होऊन त्याचे एक टोक उत्तर धृव आणि दुसरे टोक दक्षिण धुवासारखे काही विशेष कालावधीत पुरते कार्य करते. निश्चित कालावधी नंतर कुंडल त्याचे धृव बदलते. अशारीतीने स्थिर कालावधीत कुंडलभोवती असलेले धृव परस्पर बदलतात. धातुची रिंग हवेत उडण्यासाठी ती चुंबका सारखे कार्य केले पाहिजे. आणि त्याच कालावधीत तिचे धृव सोलेनाईड सारखे बदलले पाहिजे. हा बदल सोलेनाईटच्या धृवाच्या बदलाविरुद्ध असला पाहिजे. सोलेनाईडच्या वरच्या भागापासून पाहिले असता विद्युत प्रवाह घड्याळ्याच्या काट्याच्या दिशेत प्रवाहीत होते. जेव्हा रिंगची वरची बाजु उत्तर धृव होते तेव्हा त्या रिंगवर उर्ध्व गामी बल लावल्या जाते. (म्हणजेच रिंगचे दक्षिण धृव सोलेनाईडच्या दक्षिण धृवाकडे येते.) रिंगमध्ये घड्याळ्याच्या काटाच्या विरुद्ध दिशेत विद्युत प्रवाह प्रवाहीत झाला तेव्हाच हे शक्य होते. काही वेळानंतर सोलेनाईड त्याची धृवे बदलले. म्हणुन त्याच कालावधीत रिंग सुधा त्याची धृवे बदलते. या कारणामुळे ती रिंग हवेत उडते.

- लोखंडी रिंगमध्ये विद्युत कुठुन येते?

प्रत्यावर्तीधारा AC ही स्थिर विद्युत नाही. म्हणुन सोलेनाईड आणि रिंग मध्ये परिमाण आणि दिशा दोन्हीत चुंबकीय प्रवर्तन बदलते.



आकृती 13(c)

येथे लोखंडी रिंगचे क्षेत्रफळ स्थिर आहे. परंतु लोखंडी रिंग मधुन जाणारे क्षेत्रा बदलते. म्हणुन रिंगमधुन जाणारे क्षेत्र अभिवाह बदलते.

- जर DC वापरल्यास लोखंडी रिंग वर उचलून ताबडतोब खाली का पडते?

लोखंडी रिंगला जुळलेले अभिवाह शुन्य असते. सोलेनाईड मधुन विद्युत प्रवाह जात नाही. जेव्हा सोलेनाईड मधुन विद्युत प्रवाह प्रवाहीत केल्यास ते पट्टी चुंबका सारखे कार्य करते. म्हणुन जेव्हा बटन सुरु असते तेव्हा अभिवाह लोखंडी रिंगशी अनुसंधान करते. रिंग सोबत जुळलेल्या अभिवाहात तत्काल बदल घडुन येतो म्हणुन रिंग वर येते. त्यानंतर तिथे कुंडलाशी जुळलेल्या अभिवाहात बदल होत नाही म्हणुन ते खाली पडते. जर बटन बंद केल्यास रिंग परत वर येते आणि खाली पडते. या संदर्भात सुध्दा जेव्हा बटन बंद असते तेव्हा रिंग सोबत जुळलेल्या वाहकात बदल घडुन येतो.

- वरील विश्लेषणावरून तुम्ही काय निश्कर्ष काढता?

कृती 9 मधील आपण माहित केलेला परिणाम एका कल्पनिक प्रयोगाब्दारे माहित करु या.

कुंडलाच्या दोन्ही अग्राला संवेदनशिल अॅमीटर किंवा गाल्वानो मिटरला (ammeter or a galvanometer) आकृती 14 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे जोडा. येथे परिपथामध्ये कोणताही विद्युत प्रेरणा शक्ती नसल्यामुळे गाल्वानो मिटर मधील सुईच्या कोणत्याही विचलनाची सामान्यपणे अपेक्षा करु शकत नाही. आता आपण पट्टीचुंबकाला कुंडलाकडे ढकल्यास त्याच्या कुंडलाकडील उत्तर धृवाब्दारे एक अविस्मरणीय घटना घडुन येते. चुंबक त्या कुंडाकडे गमन करतांना गाल्वानोमिटर मधील सुई विचलीत होते आणि विद्युत प्रवाह कुंडलात निर्माण झाल्याचे दर्शविते. जर चुंबक स्थिर असल्यास गाल्वानो मिटरच्या सुईत कोणतेही विचलन नसते. याचा अर्थ कुंडलीत विद्युत प्रवाह विरुद्ध दिशेत प्रस्थापित होते.

वरील कृतीत उत्तर धृवा ऐवजी दक्षिण धृव वापरल्यास प्रयोगाचे वर्णन सारखेच राहते परंतु गाल्वानोमिटरच्या सुईचे विचलन विरुद्ध दिशेत होते.

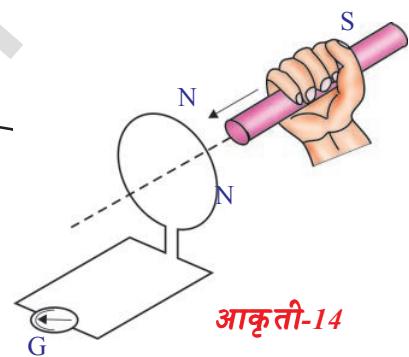
या प्रयोगास वारंवार केल्याने कुंडल, चुंबकामधील सापेक्षा चलनामुळे कुंडलात विद्युत प्रवाह निर्माण होते हे कळून येते. येथे चुंबक कुंडलाकडे सरकल्यास येणाऱ्या परिणामात बदल होत नाही.

“कुंडलातील चुंबकीय अभिवाह सतत बदलल्यास त्या कुंडलीत विद्युत उत्पन्न होते.”

यालाच फॅरडेच्या नियमाचे एक रूप म्हणतात.

अशा प्रकारे निर्माण झालेल्या विद्युत प्रवाहाला प्रवर्तीत विद्यूत प्रवाह (induced current) म्हणतात. आणि हे प्रवर्तीत विद्युत प्रभावण बल (electromotive force (induced EMF)व्दारे निर्माण झाले असे समजुन आले. अशा प्रकारे प्रवर्तीत विद्युत प्रवाहाब्दारे तयार झालेल्या घटनेला विद्युत चुंबकीय प्रवर्तन(electromagnetic induction) म्हणतात.

कुंडलातील विद्युत प्रवाहासाठी त्या कुंडातील चुंबकीय अभिवाह बदल कारभीभुत



ठरते असे फॅरडेच्या निरक्षणास आले. तेवढेच नसुन कुंडलीतील अभिवाह बदल जेवढा जास्त असाते तेवढाच प्रवर्तीत विद्युत प्रवाह किंवा तेवढेच प्रवर्तीत विद्युत प्रभावन जास्त असते हे सुंदरा त्याच्या निरक्षणास आले. मुख्य घटांच्या निरक्षणानंतर त्यांनी विद्युत चुंबकीय प्रवर्तनाच्या नियमाला खालील प्रमाणे प्रतिपादन केले.

“एका संवृत्त वल्यात निर्माण होणारे प्रवर्तीत विद्युत प्रभावन बल हे त्यामधून जाणाऱ्या चुंबकीय अभिवाहाच्या बदलाच्या दरा समान असते.”

यास गणिताच्या रूपात खालील प्रमाणे लिहिता येते.

प्रवर्तीत विद्युत प्रभावण बल = अभिवाह बदल / वेळ

$$\epsilon = \Delta\Phi / \Delta t \quad \dots \dots \dots (6)$$

या समीकरणाला फॅरडेचा प्रवर्तन नियम म्हणतात. येथे Φ (फाय) हे कुंडलाशी जुळलेले अभिवाह आहे. समजा Φ_0 एका वेटोलेशी जुळलेला अभिवाह असेल तर कुंडलात एकुण N वेटोले असल्यास कुंडलाशी जुळलेला अभिवाह $N\Phi_0$ होते.

$$\Phi = N\Phi_0 \quad \dots \dots \dots (7)$$

आतापर्यंत आपण प्रवर्तीत विद्युत प्रभावण बलाची दिशा निश्चित केली नाही. अगोदरच्या उदाहरणात आपण निरक्षण केले की, प्रवर्तीत विद्युत प्रवाह वल्यात समावलेले असते.

- त्या प्रवर्तीत विद्युत प्रवाहाची दिशा काय आहे?
- विद्युत चुंबकीय प्रवर्तनासाठी उर्जा अक्षाय्यतेचा नियम आपण लागु करू शकतो का?

लॅंजचा नियम (Lenz Law)

जेव्हा आपण पट्टीचुंबक कुंडलाकडे ढकलतो, तेव्हा विद्युत उत्पन्न होते. दुसऱ्या शब्दात सांगायचे म्हणजे विद्युत चुंबकीय प्रवर्तन घडून येते आणि यांत्रिक उर्जा विद्युत उर्जेत रुपांतरीत होते.

चला सविस्तरपणे चर्चा करू या.



आपणास माहित आहे की, जेव्हा पट्टीचुंबकाला त्याच्या उत्तर धृवाकडून त्या कुंडलाकडे सरकवितो. तेव्हा विद्युत त्या कुंडलात समावल्या जाते. समजा कुंडलातील विद्युत दिशा पट्टीचुंबकाच्या उत्तर दिशेशी घड्याळ्याच्या काठ्याच्या दिशेत आहे. या विद्युत वाहणाऱ्या वल्याची वर्तनुक चुंबकासारखी असते. त्याचे दक्षिण धृव पट्टी चुंबकाच्या उत्तर धृवाशी त्या च्या मुखाकडे असल्या सारखे निर्माण होते. अशा स्थितीत पट्टी चुंबक त्या कुंडलास आकर्षीत करते, तेव्हा ते गतिज उर्जा ग्रहन करते. हे उर्जा अक्षाय्यतेच्या नियमाच्या विरुद्ध आहे. म्हणुन प्रवर्तीत विद्युत प्रवाहाची दिशा घड्याळ्याच्या काठ्याच्या दिशेत असते. हे आपण गृहीत धरले हे चुकीचे आहे. म्हणुन कुंडलातील विद्युत दिशा पट्टीचुंबकांच्या उत्तर दिशेशी घड्याळ्याच्या काठ्याच्या विरुद्ध दिशेत असते. अशा परिस्थितीत आकृती 15 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे कुंडलाचे उत्तर धृव पट्टीचुंबकाकाच्या उत्तर धृवाकडे येते. तेव्हा पट्टीचुंबकाच्या उत्तर धृव कुंडलाच्या उत्तर धृवाव्दारे प्रतिकर्षीत होते. या बलावर मात करण्यासाठी आपणास काही कार्य

उर्जा ग्रहन करते. हे उर्जा अक्षाय्यतेच्या नियमाच्या विरुद्ध आहे. म्हणुन प्रवर्तीत विद्युत प्रवाहाची दिशा घड्याळ्याच्या काठ्याच्या दिशेत असते. हे आपण गृहीत धरले हे चुकीचे आहे. म्हणुन कुंडलातील विद्युत दिशा पट्टीचुंबकांच्या उत्तर दिशेशी घड्याळ्याच्या काठ्याच्या विरुद्ध दिशेत असते. अशा परिस्थितीत आकृती 15 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे कुंडलाचे उत्तर धृव पट्टीचुंबकाकाच्या उत्तर धृवाकडे येते. तेव्हा पट्टीचुंबकाच्या उत्तर धृव कुंडलाच्या उत्तर धृवाव्दारे प्रतिकर्षीत होते. या बलावर मात करण्यासाठी आपणास काही कार्य

करणे गरजेचे आहे. या पट्टी चुंबकावर केलेल्या कार्यामुळे कुंडलामध्ये उर्जा विद्युत उर्जेत रुपातरीत होते. अशाप्रकारे अक्षाय्यतेची उर्जा विद्युत चुंबकीय प्रवर्तीत घडून येते. चुंबकाचे उत्तर धृव कुंडलाच्या मुखाकडे असलेल्या कुंडलापासून पट्टी चुंबकास दुर खेचल्या जाणारे संदर्भ पाहू या. अशा संदर्भात यांत्रिक उर्जेला विद्युत उर्जेत रुपांतर करून त्यास संतुलीत करण्यासाठी कुंडल पट्टीचुंबकाच्या चलनाचा विरोध करते. असे घडून येण्यासाठी चुंबकाचे उत्तर धृव कुंडलाच्या दक्षिण धृवाच्या मुखाकडे असले पाहिले.

- अशा संदर्भात कुंडलामध्ये प्रवर्तीत विद्युत प्रवाहाची दिशा काय असते याचा अंदाज तुम्ही लावू शकता का?

कुंडलातील प्रवर्तीत विद्युत प्रवाहाची दिशा घडूच्याळ्याच्या काठ्याच्या दिशेत असली पाहिजे. साध्या शब्दात सांगायचे म्हणजे कुंडलातील अभिवाह वाढल्यास ते कुंडल अभिवाहकाच्या वाढीचा विरोध करते आणि जेव्हा अभिवाह कमी होते तेव्हा कुंडल त्या अभिवाह कमी होण्याचा विरोध करते.

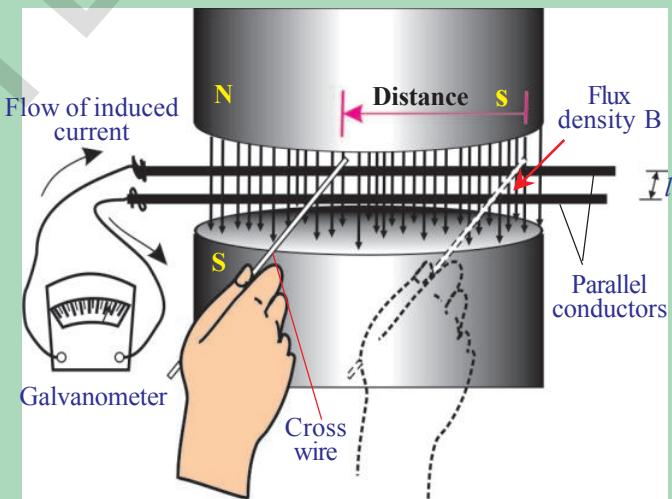
लेझंचा नियम

कुंडलातील अभिवाहाच्या बदलास विरोध करण्याच्या दिशेत प्रवर्तीत विद्युत प्रवाह असतो. यालाच लेझंचा नियम (Lenz's law) असे म्हणतात.

- उर्जा अक्षाय्यतेच्या नियमावरून फेरेडेच्या प्रवर्तीत विद्युत प्रवाहाचा नियम येतो का?
- चला पाहू या.

फेरेडेसच्या नियमास साध्य करणे.

आकृती 16 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे उपकरणाची मांडणी करा. यामध्ये दोन समांतर वाहक (parallel bare conductors) / 1 मीटर अंतरावर 'B'च्या एक समान चुंबकीय क्षेत्रात ठेवलेले आहे. आपण दुसरे वाहक अशा प्रकारे पंकडु शकतो की, तो वाहक दोन्ही समांतर तारेच्या संपर्कात आला पाहिजे. (आकृती 16 पाहा) विद्युत परिपथापुर्ण करण्यासाठी गाल्वानोमिटरला समांतर वाहाकाच्या टोकाशी जोडले आहे. आता जर तिरकस तार समांतर वाहाकाच्या अडवी ठेवल्यास ती डावीकडे सरकते. गाल्वानो मिटरची सुई एका तिसरकस दिशेत विचलीत होते.



आकृती-16

जर ही तार उजवीकडे सरकल्यास त्यांची सुई पुर्वीच्या विचलनाच्या विरुद्ध दिशेत विचलीत होते. समजा तिरकस तार ' Δt ' वेळात s मीटर अंतर डावीकडे सरकल्यास

गाल्वोनोमीटर मधील रिंग विद्युत परिपथात वाहत असलेल्या एकुण विद्युत प्रवाह दर्शविते विद्युत परिपथात, विद्युत प्रभावन बल असल्यास विद्युत त्या परिपथामध्ये समावते. समजा तो EMF ‘ ϵ ’ आहे. उर्जा अक्षाय्यतेचा नियम सांगतो की, ही तिरक्स विद्युत उर्जा (विद्युत प्रवाहसोबत असलेली) तिसक्स तारेच्या हालचालीवर आपण केलेल्या कार्यापासुन येते. जर आपण प्रत्येक जागेवरील घुर्णन सोडुन मांडणीत या लावलेल्या बलाव्दारे घडुन आलेले कार्य = fs . I लांबीच्या तिरक्स तारेव्दारे I एंपीयर विद्युत प्रवाहीत होते याचा आधार आहे आणि ती तार चुंबकीय क्षेत्रात असते या माहिती वरून.

- B क्षेत्राव्दारे तिरक्स तारेवर प्रयोग केलेल्या बलाचे समीकरण साध्य करू शकता का?

मार्गील चर्चेवरून समीकरण -4 च्या आधारे ते बल BII ला समान आहे हे आपणास माहित आहे. (पान क्र. 269 पाहा)

$$\text{म्हणजे } F = BII \quad \dots \dots \dots \quad (8)$$

हे बल प्रयोग केलेल्या बलाचा विरोध करते. प्रयोग केलेल्या बलाची दिशा तिरक्स तोरतील विद्युत प्रवाहाची दिशा ठरविते. येथे आपण केलेले कार्य धनात्मक आहे. तिरक्स तारेला हालचाल करण्यासाठी आपण केलेले कार्य तारेत विद्युत शक्तीत रूपांतर करते. म्हणन घडुन आलेले कार्य

$$W = Fs = BII/s \quad \dots \dots \dots \quad (9) \quad (\text{समीकरण } 8 \text{ वरून})$$

तिरक्स तार समांतर वाहकाच्या आडवी ठेवल्यास पुर्ण विद्युत परिपथ तयार होते. याच्या भोवती काही प्रमाणात चुंबकीय अभिवाह असते. आता तिरक्स तारेला डावीकडे सरकविल्यास वलयाचे क्षेत्रफळ (समांतर वाहक आणि तिरक्स तारेने तयार झालेले) कमी होते. आणि वलयातुन जाणारे अभिवाह सुध्द कमी होते. कमी झालेले अभिवाह

$$\Delta\Phi = BIs \quad \dots \dots \dots \quad (10)$$

येथे B हे क्षेत्रफळाशी (Is) लंब आहे. समीकरण 9 आणि 10 वरून

$$W = (\Delta\Phi) I$$

या समीकरणाच्या दोन्ही बाजुस Δt ने भागल्यास

$$W/\Delta t = I (\Delta\Phi / \Delta t) \quad \dots \dots \dots \quad (11)$$

$$\text{विद्युत शक्ती} \quad P = I\Delta\Phi / \Delta t$$

विद्युत शक्ती ही विद्युत प्रवाह आणि विद्युत प्रभावन बलाचा गुणाकार होय. किंवा वोल्टेज $E = \Delta\Phi / \Delta t$ हे प्रवर्तीत विद्युत प्रभावन बल ऐवढे असते.

$$\text{विद्युत शक्ती}, \quad P = EI \quad \dots \dots \dots \quad (12)$$

अशारीतीने परिपथामध्ये उत्पन्न झालेली विद्युत शक्ती ही प्रवर्तीत विद्युत प्रेरणा शक्ती आणि विद्युत प्रवाहाच्या गुणाकारा ऐवढे असते. अशा रितीने तिरक्स तारेने एका

सेंकदांत चलन करण्यासाठी उपयोगी केलेली यांत्रिक उर्जा विद्युत शक्तीत ($\Delta\Phi/\Delta t$) रुपांतरीत होते. ही उर्जा अक्षम्यता आहे.

समीकरण (9) ला Δt ने भागल्यास

$$W/\Delta t = F_s/\Delta t = BI/s/\Delta t \quad \dots\dots\dots(13)$$

येथे $s/\Delta t$ तिरकस तारेचा वेग, असुन समजा त्यास v ने सुचविलेल्यास

$$\text{विद्युत शक्ती } P = W/\Delta t = Fv = BIv \quad \dots\dots\dots(14)$$

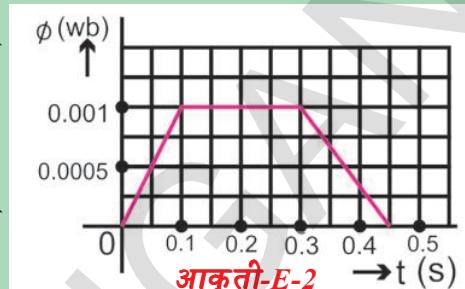
म्हणजे शक्तीला बल आणि वेगाचा गुणाकार म्हणुन सांगता येते. समीकरण (12)आणि(14) वरून

$$W/\Delta t = EI$$

$$EI = BIv$$

$$\epsilon = Blv \text{ येते.}$$

यालाच चलीय विद्युत प्रेरणा बल (EMF) असे म्हणतात.



वरील समीकरण फॅरडेचा नियम नाही. कारण हे वलयाशी संबंधीत नाही. जेव्हा वाहक एकसमान चुंबकीय क्षेत्रात चलन करतात तेव्हा याचा उपयोग होतो.

प्रवर्तीत विद्युत प्रेरणा बलाची काही उदाहरणे पाहू या.

उदाहरण -1

400 वेटोळे (coil) असलेल्या एका कुंडलात प्रत्येक वेटोळेतुन बदलत जाणारा चुंबकीय अभिवाह आकृतीत दाखविले आहे.

कुंडलातील उत्पन्न होणाऱ्या जास्तीत जास्त प्रवर्तीत प्रेरणा बल काढा. $t = 0.1$ पासुन 0.3 पर्यंत प्रवर्तीत प्रेरणा बलात काही बदल आहे का?

सोडवणुक: दिलेल्या आलेखावरून 0.1 सेकंदात कुंडलातील एका वेटोळ्यात वाढणारा चुंबकीय अभिवाह 0.001 Wb आहे. फॅरडेच्या नियमानुसार कुंडलातील उत्पन्न होणारा जास्तीत जास्त प्रवर्तीत प्रेरणा बल

$$\epsilon = N \Delta \Phi / \Delta t$$

दिलेल्या किंमतीं प्रतिक्षेपीत केल्यास

$$\epsilon = 400(0.001/0.1) = 4V \text{ येते.}$$

आलेखावरून $t = 0.1s$ पासुन $0.3s$ पर्यंत कुंडलात चुंबकीय अभिवाहात कोणताही बदल झालेला नाही. म्हणुन केणतेही प्रेरणा बल निर्माण होत नाही.

उदाहरण -2

0.8T चुंबकीय अभिवाह घनता असलेल्या क्षेत्र दिशेला लंब 10 मी.से. वेगाने चलन

करणाऱ्या वाहकाच्या तारे मध्ये 8V विद्युत प्रेरणा बल प्रेरीत केल्यास त्या तारेची लांबी काढा ?

सोडवणुक : $t B = 0.8T$, $v = 10$ मी.से.आणि $\epsilon = 8V$ दिलेले आहे.

$$\epsilon = B/v \text{ वापरून}$$

$$8 = 0.8(l)(10)$$

$$l (\text{वाहकाची लांबी}) = 1 \text{मी}$$

फँरडेच्या विद्युत चुंबकीय प्रवर्तनाची काही उपयोजने पाहु या.

आपल्या सभोवताली सगळी कडे विद्युत चुंबकीय प्रवर्तन आहे.

- सुरक्षा तपासणीसाठी तयार केलेल्या मोठा दारात एकमोठी तार ठेवु या. ती दुर्बल सहज चुंबकीय क्षेत्र निर्माण करते आपण कोणत्याही लोखंडा सारखे चुंबकीय क्षेत्र प्रभावित वस्तुला त्या दारातुन घेऊन जातांना कुंडलाचे चुंबकीय क्षेत्राच्या अभिवाहात बदल घडुन विद्युत प्रवाह निर्माण होऊन आलार्म वाजतो.
- गाणे ऐकण्यासाठी किंवा आवाज रिकार्ड करण्यासाठी आपण टेपरिकार्डचा वापर करतो. हे टेपरिकार्ड विद्युत चुंबकीय प्रवर्तनाच्या नियमावर कार्य करते. त्यामध्ये आयर्न आक्साईडचे आवरण दिलेला एक प्लास्टिंकचा टेप असतो आणि त्याच्या इतर भागापैकी काही भागात जास्त प्रमाणात चुंबकीय गुण आणलेले असतात. टेपरिकार्ड मधील लहान कुंडलाभोवती (साधारणता याला हेड म्हणतात.)(head of the tape recorder), हा टेप स्पर्श करून हालचाल करतांना त्याच्या चुंबकीय क्षेत्रात होणाऱ्या बदलामुळे ती लहान कुंडलात विद्युत प्रवाह उत्पन्न करते.
- ATM कार्ड मधील चुंबकीय पट्टी स्कॅनर व्दारा स्वार्डप केल्याने विद्युत चुंबकीय प्रवर्तनाचा आपण कसा उपयोग घेतो ? तुमच्या मित्राशी आणि शिक्षकांची चर्चा करा ?
- प्रवर्तन चुल (induction stove) ही विद्युत चुंबकीय प्रवर्तनाच्या नियमानुसार कार्य करते. प्रत्यावर्तीधारा (AC) वाहन नेल्यामुळे प्रत्यावर्ती चुंबकीय क्षेत्र निर्माण होते. जेव्हा पाण्याने भरलेले धातुचे भांडे त्यावर ठेवतो तेव्हा त्याच्या बुडाशी असलेले चुंबकीय क्षेत्र भांड्याच्या खालच्या भागाला ओलांडल्यामुळे विद्युत प्रेरणा बल प्रेरीत होते. कारण भांडे धातुचे असल्यामुळे प्रेरीत विद्युत प्रेरणा बल भांड्यातील प्रवर्तन विद्युत उत्पन्न करते. भांडे सांत रोधक असल्यामुळे प्रवर्तीत विद्युत प्रवाहामुळे उष्णता निर्माण होऊन ती उष्णता पाण्याला पुरवली जाते. म्हणुन यास प्रवर्तन चुल म्हणतात.

आपणास विद्युत शक्ती कुठुन मिळते याचा कधी विचार केला का ?

चला याबद्दल शिकु या.

विद्युत जनरेटर आणि प्रत्यावर्ती धारा- अनार्वीधारा (Electric Generator and Alternating - Direct Currents)

- एक समान चुंबकीय क्षेत्रात कुंडल सतत भ्रमण करत असल्यास काय घडते?
 - विद्युत उत्पत्ती करण्यासाठी ही प्रक्रिया आपणास उपयोगी पडते का?
- चला पाहू या.

एका आयताकार कुंडल घ्या आकृती 17(अ) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे त्या कुंडलास वक्रकार कायम स्वरूपी चुंबकाच्या धृवामध्ये ठेवले आहे. कुंडल भ्रमन केल्यास त्यामधून जाणारे चुंबकीय अभिवाह बदलते. विद्युत चुंबकीय प्रवर्तनाच्या नियमानुसार प्रवर्तीत विद्युत प्रवाह कुंडलात उत्पन्न होते.

- कुंडलामधील प्रवर्तीत विद्युत धारेची दिशा स्थिर असते का? ती बदलते का?

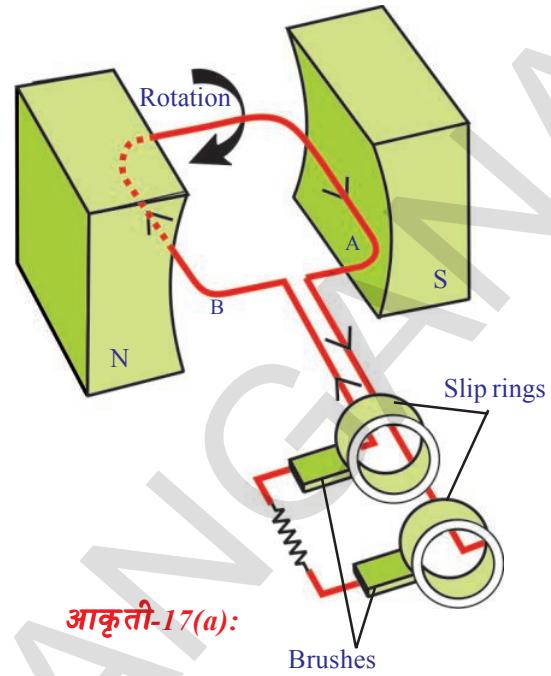
1. सुरुवातीला कुंडलास अशा स्थितीत ठेवा की, त्यामधून चुंबकीय अभिवाह प्रवाहीत झाला पाहिजे असे विचारात घ्या. जेव्हा कुंडल उभ्या स्थितीत असते त्याची बाजु (A) वर दिशेत आणि बाजु (B) खालच्या दिशेने असते. तेव्हा ते विद्युत प्रवर्तन त्यावर होत नाही. म्हणुन या स्थितीत कुंडला वरील विद्युत प्रवाह शुन्य असतो.

2. जेव्हा कुंडल घड्याळीच्या काट्याच्या दिशेत भ्रमण करते तेव्हा त्या मध्ये विद्युत प्रवर्तन होऊन ते A पासून B वर प्रवाहीत होते. पहिल्या पाव भागाच्या भ्रमणात विद्युत प्रवाह शुन्य पासून वाढत जाऊन सर्वांत जास्त किंमतीपर्यंत पोहोचतो. तेव्हा कुंडल क्षितीज समांतर स्थितीत असते.

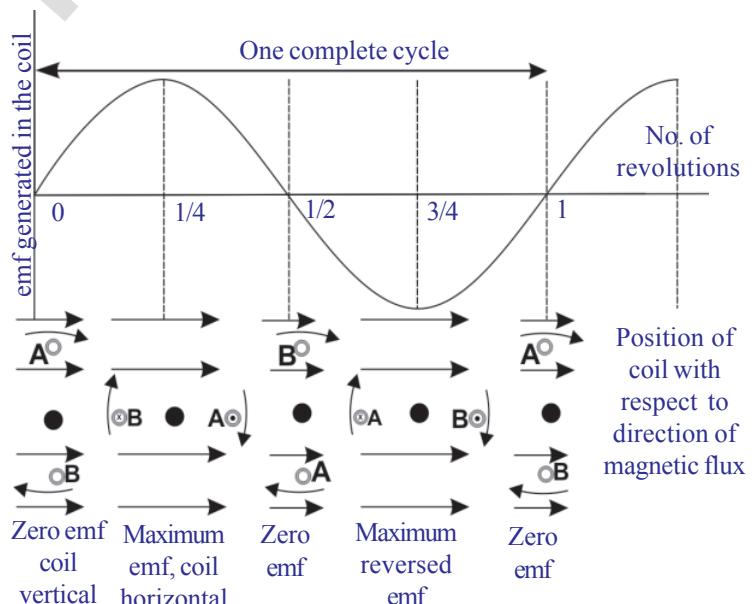
3. कुंडलाचे भ्रमण सतत चालू ठेवल्यास दुसऱ्या अर्ध्या भागाच्या भ्रमणात विद्युत प्रवाह कमी होऊन शेवटी शुन्य होतो. तेव्हा कुंडल उभ्या स्थितीत येते. त्याची B बाजु खालच्या दिशेत आणि (A)बाजु खालच्या दिशेत येते. दुसऱ्या भागाच्या भ्रमणा दरम्यान पहिल्या पाव भागातील भ्रमणासारखी विद्युत उत्पन्न करते फक्त विद्युत प्रवाहाची दिशा उलटी असते (आकृती 17(ब) पाहा)

- कुंडल भ्रमण करतांना विद्युत प्रवाह शुन्यापासून वाढत जाऊन महत्तम होते आणि या

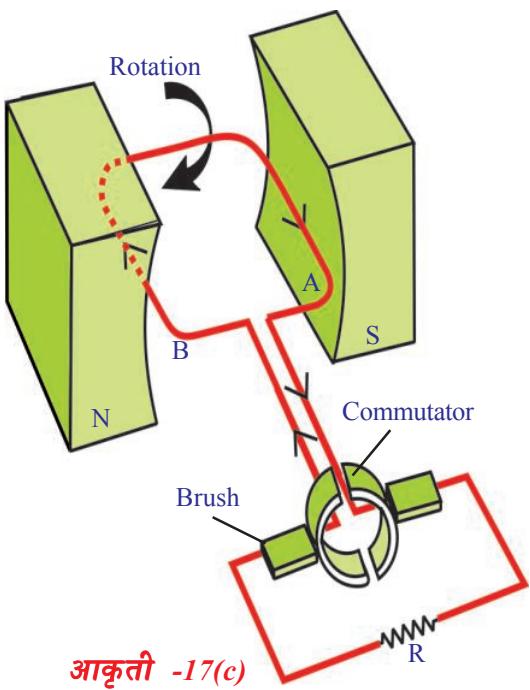
उलट जास्त किंमत कमी होऊन शेवटी शुन्य होते या बदलाच्या कारणाचा अंदाज लावू शकता का?



आकृती-17(a):



आकृती-17(b)



- आपण विद्युत प्रवाहाचा उपयोग करू शकतो का? जर उपयोग करत असेल तर कसा करतो? चला माहित करू या.

आकृती 17(अ) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे कुंडलाची दोन्ही टोके घसरत्या रिंगला जोडलेली आहे. दोन कार्बन ब्रशेस अशा प्रकारे बसविली आहे की, त्या ब्रशेसच्या घसरत्या रिंगवरील दाबामुळे कुंडलातुन विद्युत प्राप्त होते. या ब्रशेसला TV, रेडीओ सारख्या उपकरणात जोडल्यास त्या उपकरणांस कार्बन ब्रशेसच्या टोकांपासुन पुरवठा केलेल्या विद्युत प्रवाहामुळे ते कार्य करायला लावु शकतो.

या प्रक्रियेत उत्पन्न झालेली विद्युत प्रत्येक अर्ध्या भ्रमनानंतर आकृती 17(ब) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे त्याची दिशा बदलते.

या विद्युत प्रवाहाला प्रत्यावर्ती धारा (alternating current (AC) म्हणतात. या मध्ये प्रभारीत प्रवाहाची दिशा विशिष्ट कालावधीत असते. म्हणुन AC विद्युत प्रवाहात विशेष वारंवारता असते. येथे चर्चा केलेल्यास जनित्र AC म्हणतात. ही AC - EMF आणि AC यास *rms* ची किंमतीत व्यक्त केले आहेत.

समजा I_0 आणि V_0 या AC आणि AC - EMFच्या उच्च किंमती असल्यास

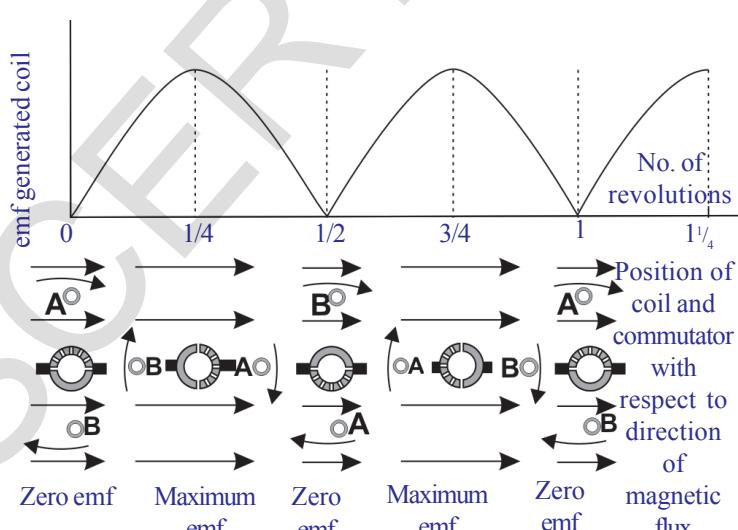
$$I_{\text{rms}} = I_0/\sqrt{2} \text{ and } V_{\text{rms}} = V_0/\sqrt{2}$$

- जनित्राचा उपयोग करून आपण DC विद्युत कशी मिळविता?
- AC जनित्रास DC जनित्रामध्ये बदलण्यासाठी कोणता बदल करण्याची गरज आहे? चला माहित करू या.

आकृती 17(क) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे जर दोन अर्ध्या घसरत्या रिंगला कुंडलाच्या दोन्ही टोकाला जोडल्यास AC जनित्र हे DC जनित्रासारखे कार्य करते आणि विद्युत निर्माण होते.

ते कसे कार्य करते ते पाहु या.

उभ्या स्थितीत असलेले कुंडल पाहिल्या अर्ध्या भ्रमणाचा प्रवर्तीत विद्युत धारा शुन्यापासुन वाढून कमाल किंमतीपर्यंत जाते आणि परत कमी होऊन पुन्हा शुन्य होते. कुंडली जसे पुढे सरकते तशी त्यांची टोके दुसऱ्या घसरत्या रिंगवर जाता. म्हणुन दुसऱ्या अर्ध्या भ्रमणा दरम्यान कुंडलीतील विद्युत प्रवाह स्वतः उलट दिशेत



आकृती -17(d)

प्रवाहीत होते. एका पुर्ण भ्रमणात आकृती 17(ड) मध्ये दाखविल्या प्रमाणे पहिल्या अर्धे भ्रमणामुळे उत्पन्न झालेली विद्युत ही पहिला अर्धे भ्रमणातील (DC) विद्युत सारखीच असते.

जनित्रामध्ये यांत्रिक शक्ती ही विद्युत शक्तीमध्ये रूपांतरीत होते.



महत्वाचे शब्द

चुंबकीय अभिवाह, चुंबकीय अभिवाह घनता, विद्युत मोटार, घसरत्या रिंग, प्रवर्तीत विद्युत धारा, प्रवर्तीत विद्युत प्रभावत बल EMF, विद्युत जनित्र (generator), DC आणि AC विद्युत प्रवाह, rms किंमत



आपण काय शिकलोत

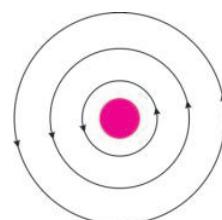
- प्रतलातुन जाणारा अभिवाह क्षेत्राशी लंब आणि प्रतलाचे क्षेत्रफळ या गुणोत्तराला चुंबकीय अभिवाह घनता (B) असे म्हणतात.
- विद्युत प्रवाहीत तार चुंबकीय क्षेत्र निर्माण करते.
- $F = qvB \sin \theta$ आणि $F = ILB \sin \theta$
- विद्युत मोटर मध्ये विद्युत उर्जेचे रूपांतर यांत्रिक उर्जेत होते.
- फॅर्डेचा नियम:** संवृत वलयात उत्पन्न झालेले प्रवर्तीत विद्युत प्रभावन बल (EMF)त्या मधुन जाणाऱ्या चुंबकीय अभिवाहाच्या दराच्या बदलास समान असते.
- लेंज्नचा नियम:** कुंडलामध्ये प्रवर्तीत विद्युत अशा दिशेत समावली आहे की, ते अभिवाहातील घडुन येणाऱ्या बदलाचा विरोध करते.
- ‘V’ लंबीचा वाहक v वेगाने B क्षेत्राकडे लंब दिशेत गमन केल्यास वाहकांच्या अंग्रामधील विकसीत झालेले घटाचे विभवांतर Blv आहे. या EMF ला विभव EMF असे म्हणतात.
- जनित्रात यांत्रिक उर्जा ही विद्युत उर्जेत बदलते.



अभ्यासात सुधारणा करा

संकल्पनेवर प्रतिसंपदन

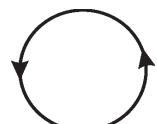
- चुंबकीय क्षेत्ररेषा संवृत असतात का? स्पष्ट करा? (AS1)
- आकृती Q-1 मध्ये चुंबकीय रेषा असल्यास तारे मधुन जाणाऱ्या विद्युत प्रवाहाची दिशा काय असते? (AS1)
- कुंडलाकडे उत्तर धृव असलेले पट्टीचुंबक आकृती Q-2 मध्ये दाखविले आहे. कुंडलाव्दारे प्रवाहीत होणारा चुंबकीय अभिवाह काय होते? (AS1)



आकृती - Q1



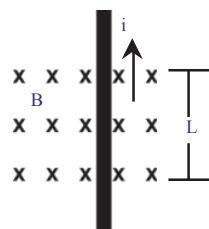
आकृती - Q2



आकृती - Q4



आकृती - Q3

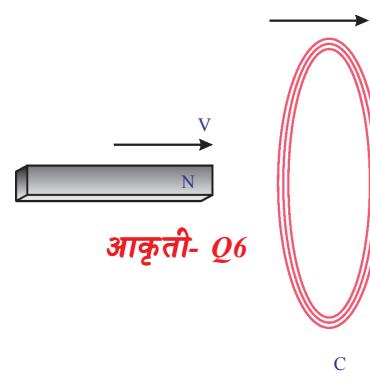


आकृती - Q5

4. पृष्ठावर एक कुंडल लंब ठेवलेले आहे. विद्युत प्रवाह P जवळ पृष्ठातप्रवाहीत होऊन ती Q जवळ बाहेर येते. त्या कुंडलाव्दारे निर्माण होणाऱ्या चुंबकीय क्षेत्राची दिशा कशा प्रकारची असते? (आकृती Q-4 पाहा) (AS1)

संकल्पनेचे उपयोजन

1. आकृती Q-4 मध्ये कुंडलामध्ये प्रवाहीत विद्युत प्रवाहाची दिशा दाखविली आहे. विद्युत प्रवाह प्रवाहीत असलेल्या पृष्ठावर कोणत्या प्रकारचे चुंबकीय धूव तयार होते? (AS1)
2. टेलीविजनच्या स्क्रिनजवळ पट्टी चुंबक नेल्यास स्क्रिन वर दिसणारे चित्र विकृत का होते? स्पष्ट करा? (AS1)
3. 'X' ही संज्ञा पृष्ठमधील विद्युत प्रवाहाची दिशा दर्शविते. विद्युत प्रवाह त्याच्या लांबी सोबत वाहात असलेली सरळ तार चुंबकीय क्षेत्राला लंब ठेवलेली आहे. त्या तारेने अनुभवलेल्या बलाचे परिमाण काय आहे? ती कोणत्या दिशेत कार्य करते? (AS1)
4. विद्युत मोटारच्या कार्याची स्वच्छ आकृती काढुन स्पष्ट करा? (AS1)
5. AC विद्युत जनित्राचे कार्य स्वच्छ आकृतीच्या मदतीने स्पष्ट करा? (AS1)
6. DC विद्युत जनित्राचे कार्य स्वच्छ आकृतीच्या साहाय्याने स्पष्ट करा? (AS1)
7. उर्जा अक्षायतेचा नियमाचा परिणाम असलेल्या फॅरडेच्या नियमाचा तुम्ही कसा स्विकार कराल? (AS6)
8. मानवी जिवनाची दिशा बदलुन टाकलेल्या चुंबकीय क्षेत्र आणि विद्युत यामधील संबंधाचा तुम्ही स्विकार कसा कराल? (AS6)
9. चुंबकीय क्षेत्र प्रवर्तनाची किंमत एक समान आहे आणि ती $2T$ आहे. चुंबकीय क्षेत्राशी लंब असलेल्या 1.5mी.^2 क्षेत्रफळातुन प्रवाहीत होणारा अभिवाह किती आहे? (AS1)
10. चुंबकीय क्षेत्राला लंब असलेल्या 20 से.मी. लांबी असलेल्या आयताकार विद्युत वाहकावर कार्य करणारे बल 8N आहे. वाहकात 40 एंपीयर विद्युत प्रवाह असतांना तयार होणारे चुंबकीय क्षेत्र माहित करा? (उत्तर: 1टेस्ला (tesla)) (AS1)
11. राजकुमार तुमच्याशी म्हणाला की, चुंबकीय क्षेत्ररेषा संवृत्त असुन त्या पट्टी चुंबकाच्या उत्तर धूवापासुन सुरु होऊन दक्षिण धूवावर संपतात. राजकुमारचे कथन दुरुस्त करून क्षेत्ररेषा संवृत्त असतात असे म्हणण्यासाठी तुम्ही राजकुमारला कोणते प्रश्न विचारता? (AS2)
12. आकृती Q-6 मध्ये दाखविल्या प्रमाणे कुंडल आणि पट्टीचुंबक एकाच दिशेत चलन करतात. तुमच्या मित्राने वाद घातला की, अभिवाह बदलत नाही. तुम्ही त्याच्याशी सहमत आहे का? जर नसल्यास तुमच्या मनात कोणती संशय येते? अभिवाह होणाऱ्या बदलाविषयी तुमच्या शंके संबंधी प्रश्न बनवा? (AS2)



आकृती- Q6

- दैनंदिन जिवनात फॅरडेच्या प्रवर्तन नियमाचे काही उदाहरणे द्या ? (AS7)
- कोणत्या विद्युत निर्मितीच्या पद्धतीने निसर्गाचे संरक्षण होते ? तुमच्या उत्तराचे समर्थन करणारी कांही उदाहरणे द्या ?(AS7)

योग्य पर्यायी प्रश्न निवडा

- विद्युत शक्तीला यांत्रिक शक्तीत रुपातर करणारे []
 - मोटार
 - विद्युत घट (battery)
 - जनित्र (generator)
 - बटन (switch)
- यांत्रिक शक्तीला विद्युत शक्तीत रुपातर करणारे []
 - मोटार
 - विद्युत घट (battery)
 - जनित्र (generator)
 - बटन (switch)
- एक समान चुंबकीय क्षेत्राला लंब असलेला विद्युत प्रवाह तार असलेल्या तारेवर कार्य करणारे बल आहे. []
 - 0
 - ILB
 - 2ILB
 - ILB/2
- एक टेस्ला = []
 - न्यूटन / कुलंब
 - न्यूटन / एम्पीयर-मीटर
 - एम्पीयर / मीटर
 - न्यूटन / एम्पीयर-सेकंद
- चुंबकिय अभिवाह []
 - डाईन
 - आरेस्टॅंड
 - गॉस
 - वेबर
- विद्युत वाहकात प्रवाहित विद्युत धारेवर कोणतेही बल कार्यरत नसते जेंव्हा ती []
 ठेवल्या जाते.
 - चुंबकिय क्षेत्रास समांतर
 - चुंबकिय क्षेत्रास लंब
 - चुंबकिय क्षेत्राच्या दुर

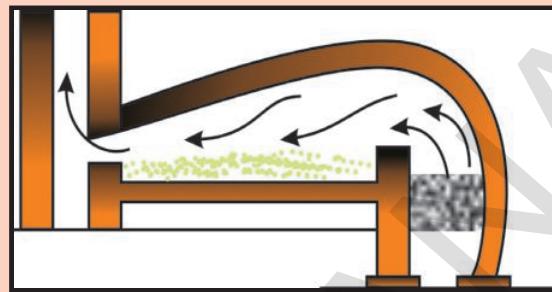
सुचवलेले प्रयोग

- विद्युत प्रवाह वाहन नेणारी तार चुंबकीय क्षेत्र निर्माण करते. हे तुम्ही दोन कृतीव्वारे स्पष्ट करा ?(AS1)
- विद्युत प्रवाह वाहन नेणाऱ्या वाहकास चुंबकीय क्षेत्रात ठेवल्यास ते वाहक बलास अनुभवते त्याची तुम्ही प्रयोगाव्वारे पडताळणी कशी कराल ?(AS1)
- फॅरडेचा प्रवर्तनाचा नियम कृतीव्वारे स्पष्ट करा ?(AS1)

4. फॅरडेचा नियम समजण्यासाठी तुम्ही कोणता प्रयोग सुचविता? त्यासाठी कोणकोणते उपकरण हवे आहेत? प्रयोगाचे चांगले परिणाम येण्यासाठी कोणते मार्गदर्शन कराल? कोणती सावधाणी बाळगली पाहिजे? (AS3)
5. विद्युत प्रवाह वाहणारी तार चुंबकीय क्षेत्र निर्माण करते याची प्रयोगाब्दारे पडताळणी तुम्ही कशी कराल? (AS3)

सुचवलेले प्रयोग

1. फॅरडेच्या नियमाचा वापर करून विद्युत निर्माती कशी होते? या विषयी माहिती गोळा करा? (AS4)
2. साधी विद्युत मोटार कशी तयार करतात? यासाठी आवश्यक सामग्री आणि पद्धतीची माहिती अंतरजाळ्यातुन गोळा करा आणि तुम्ही स्वतः साधी विद्युत मोटार बनवा? (AS4)
3. फॅरडेनी केलेल्या प्रयोगाबद्दल माहिती गोळा करा? (AS4)



धातु विज्ञानाचे नियम (Principles of Metallurgy)

वर्धनियम (malleability) तन्यत (ductility) ध्वनीलक्षण (sonarity) इत्यादी धातुच्या गुणधर्म विषयी ४ व्या वर्गात तुम्ही माहित केले आहेत. आपल्या दैनंदिन जिवनात धातुचे खुप महत्व आहे. आपण विविध धातु, विविध कामासाठी वापरतो. सोने आणि चांदीचे दारीने बनविण्यासाठी, वाहकाची तारे आणि भांडे बनविण्यासाठी तांबे, लोखड, अल्युमिनीयम या धातु वापरतो. आपण घरात धातु आणि धातुच्या मिश्रण पासुन बनलेल्या अनेक वस्तु वापरतो.

- धातुपासुन बनलेल्या काही वस्तु तुम्ही सांगु शकता का?
- दैनंदिन जिवनामध्ये आपण जे काही धातु वापरतो. तसेच सारखे धातु निसर्गात सापडतात का?
- धातुक खर्नीज आणि धातु विज्ञान सारखे शब्द तुम्ही केवळांतरी ऐकलेत का?
- हे धातु कसे मिळतात हे तुम्हाला माहित आहे का?

या प्रश्नांचे उत्तर देण्यासाठी तुम्हाला धातुविज्ञान विषयी माहित करणे गरजेचे आहे. या धड्यात आपण धातु विज्ञानाच्या संबंधीत वेगवेगळ्या कल्पना आणि दैनंदिन जिवनामध्ये वापणाऱ्या धातुचे शुद्ध रूप मिळविण्याच्या प्रक्रिया विषयी चर्चा करणार आहोत.

“धातुकां पासुन धातुचे निष्कर्षण व त्याचे शुद्धीकरण या प्रक्रियेस धातु विज्ञान (Metallurgy) असे म्हणतात.

मानवीय इतिहासात मानव वापरणारे पदार्थनुसार ब्राज्ञ युग (bronze age) लोखंडाचे युग, (Iron age) सारखे आहेत. ब्राज्ञ म्हणजे तांबे आणि टिन चे मित्रधातु होय. सध्या आढळणाऱ्या मुलद्रव्यात 75% पेक्षा जास्त मुलद्रव्य धातु आहेत.

निसर्गात धातुची उपस्थिती (Occurrence of the metals in nature)

- निसर्गात धातुची उपस्थिती कशी असते?
- धातुचे मुख्य स्त्रोत भुपटल (earth's crust) आहे. समुद्राच्या पाण्यात सुधा काही

द्रावणीय क्षार जसे सोडीयम क्लोरोआइड आणि मँगेशियम क्लोरोआइड इत्यादी कमी अभिक्रियाशील म्हणुन काही धातु जसे सोने (Au), चांदी (Ag) आणि तांबे (Cu) हे निसर्गात मुक्त स्थितीत आढळतात. जास्त अभिक्रियाशीलते मुळे इतर धातु मोठ्या प्रमाणात मिश्र रूपात निसर्गात सापडतात. भुपटलावर निसर्गामध्ये सापडणारे धातुचे मुलद्रव्य किंवा संयुगाना खनिजे (*minerals*) म्हणतात. काही ठिकाणी विशिष्ट धातुचे खनिजे मोठ्या प्रमाणात असतात. आणि तिथुन धातु काढणे खुप फायद्याचे ठरु शकते. अशा प्रकारे धातु मिळविण्यासाठी अनुकुल खनिजींना धातुक (*ores*) असे म्हणतात.

उदाहरणार्थ भुपटलावर असलेला साधारण धातु अल्युमिनीयम आहे. बरेचशया खनिजा मध्ये उपस्थित असते. तरी यांना खनिजातुन काढणे तेवढे लाभदायक नाही. साधारणतः: अल्युमिनीयम निष्कर्षण अत्यंत लाभदायक असलेल्या धातुक बॉक्साइट आहे. म्हणुन अल्युमिनीयम चे धातुक बॉक्साइट आहे. या मध्ये 50-70% अल्युमिजीयम आक्साईड (aluminium oxide) असते.



विचार करा आणि चर्चा करा

- “सर्व धातुक हे खनिज आहेत पण सर्व खनिजे धातुक होणे गरजेचे नाही?” या विधानाशी तुम्ही सहमत आहात का? का?

कृती 1

खालील धातुंकना पाहा.

प्रत्येक धातुक मधील उपस्थित धातुला ओळखा.

तत्त्वा - 1

ORE	सुत्र	धातु	ORE	सुत्र	धातु
बॉक्साईट	$(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$	Al	झिंकाइट	(ZnO)	Zn
कॉपर आयरन पायराइट	(CuFeS_2)	Cu	रॉक सॉल्ट	(NaCl)	Na
झिंक ब्लेंड	(ZnS)	Zn	सिनाबार	(HgS)	Hg
मँगेसाइट	(MgCO_3)	Mg	मँगेटाईट	(Fe_3O_4)	Fe
इप्सोम क्षार	$(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$	Mg	गॅलेना	(PbS)	Pb
हॉर्न सिल्वर	(AgCl)	Ag	जिप्सम	$(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$	Ca
पायरोलुसाईट	(MnO_2)	Mn	लाईम स्टोन	(CaCO_3)	Ca
हिमाटीट	(Fe_2O_3)	Fe	कार्नलाईट	$(\text{KCl/MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$	Mg

आता खालील तक्त्यात त्यांचे वर्गीकरण करा.

तक्ता - 2

आॉक्साइडस	सल्फाइडस	ख्लोराइडस	कार्बोनेटस	सल्फेटस

- तक्ता - 1 मध्ये असलेल्या धातुका मधुन आपल्याला कोणत्या धातु मिळतात ?
- या धातुना त्यांच्या अभिक्रिया शिलताच्या क्रमात तुम्ही रचना करू शकता का ?
- तक्ता - 2 मध्ये तुम्हाला काय निरक्षणास आले ?

बरेचशया धातुचे धातुक हे आक्साइडस आणि सल्फाइडस आहे हे तुमच्या निरक्षणास येते. म्हणुन आक्सीजन - सल्फर (16 वे गट) गटाला चालकोजन कुंटुंब (chalcogen family) म्हणतात.(चालको- धातुक, जनस= उत्पन्न झालेले)

K, Na, Ca, Mg आणि Al सारखे धातु जास्त अभिक्रियाशिल असल्यामुळे ते निसर्गात मुक्त स्थितीत केव्हांही सापडत नाहीत.

Zn, Fe, Pb इत्यादी सारखे धातु मर्यादीत अभिक्रियाशिल असतात. ते भुपटलावर मुख्यत्वे आक्साइडस, सल्फाईडस आणि कार्बोनेटस मध्ये सापडतात.

Au, Ag सारखे धातु खुप कमी अभिक्रिया शिल असतात. म्हणुन ते निसर्गात मुक्त स्थितीत आढळतात.

अभिक्रियाशिलता च्या आधारावर धातुंना खाली दाखविल्याप्रमाणे उतरत्या क्रमात रचना करू शकतो.

K, Na, Ca, Mg, Al	Zn, Fe, Pb, Cu	Ag, Au
जास्त अभिक्रियाशिलता	मर्यादीत अभिक्रियाशिलता	कमी अभिक्रियाशिलता

- धातुना त्याच्या धातुक पासुन कसे मिळवितात याचा विचार करू शकता का ?
 - धातुच्या निष्कर्षणात धातु अभिक्रियाशिलताला धातुकच्या प्रकारात (आक्साइड, सल्फाइडस, ख्लोराइडस, कार्बोनेटस, सल्फेटस) एखादा संबंध आहे का ?
 - खनिज धातुक पासुन धातुचे निष्कर्षण कसे होते ?
 - कोणती पद्धत वापरता ?
- माहित करू या.

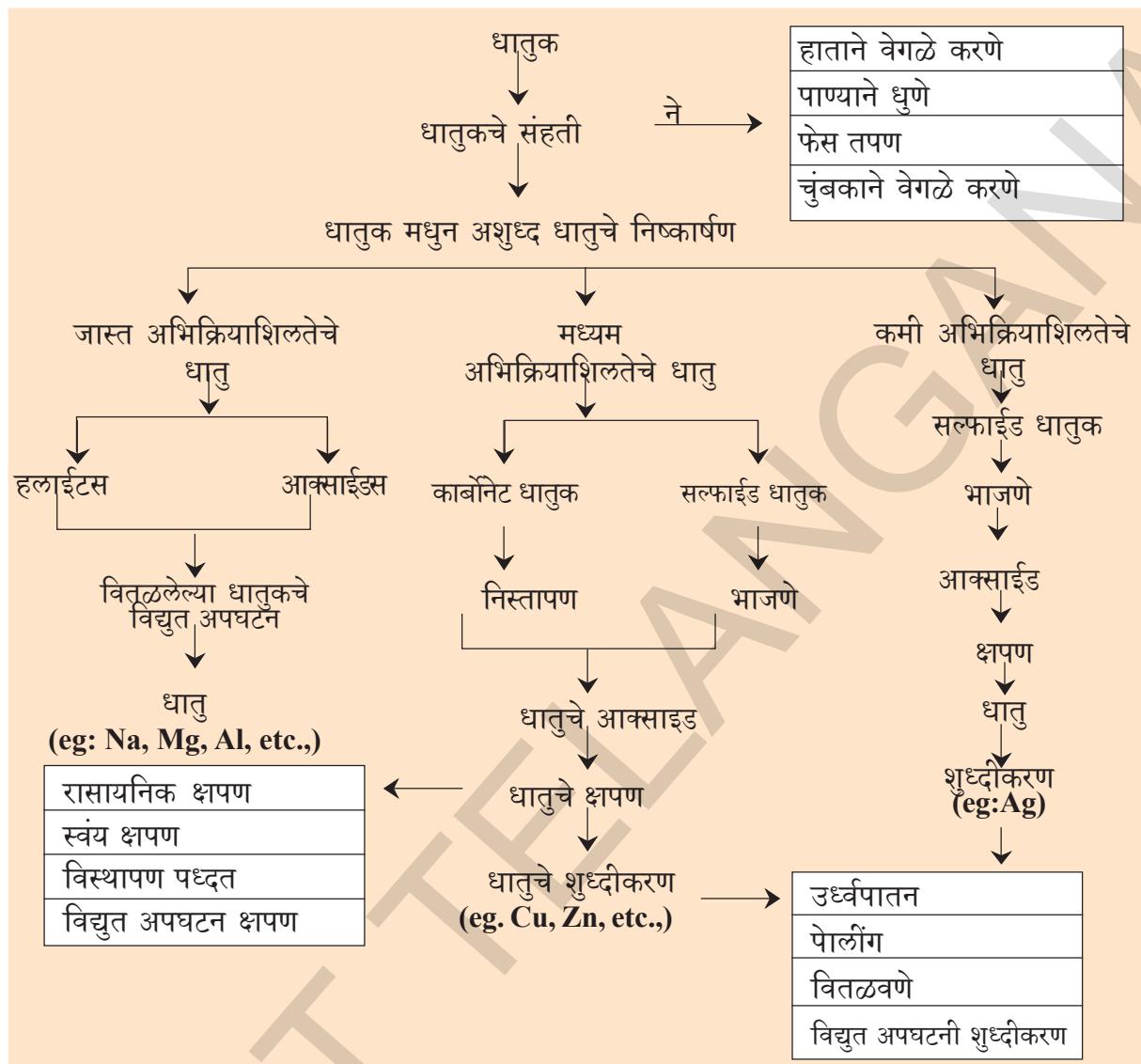
धातुक मधुन धातुचे निष्कर्षण (Extraction of metals from the ores)

धातुना त्याच्या धातुक पासुन निष्कर्षण करण्यात मुख्यत्वे तीन पायऱ्या आहेत.

I) धातुक संहती

II) अशुद्ध धातुचे निष्कर्षण (Extraction of crude metal)

III) धातुचे शुद्धीकरण



I. धातुक संहती (Concentration or Dressing of the ore)

जमीनी मधुन खाणी (mined) व्यारा मिळविलेली धातुकात साधारणतः माती, वाळू सारख्या मालीन्य खुप मोठ्या प्रमाणात मिसळून असतात.

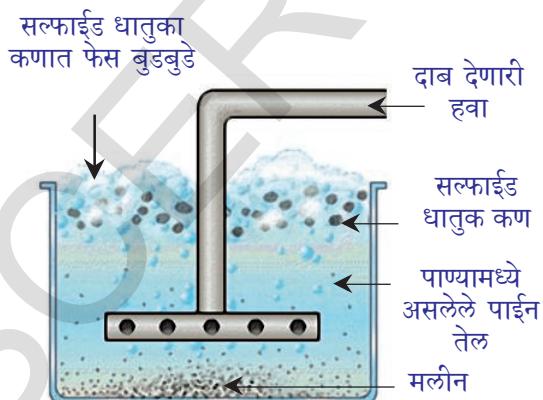
या मलीनांना खजिन मालीन्य (*gangue*) म्हणतात. येथे आपण शक्यतो जास्तीत जास्त शुद्ध किंवा जास्त संहतीचे धातुक मिळवू शकतो.

धातुक चे संहती (*Enrichment (concentration) of the ore*): धातुक ला संहत करण्यासाठी विभिन्न भौतीक पद्धती वापरतात. बरेचश्या संदर्भात भौतीक पद्धती व्यारा पाहिजे नसलेले खडक वस्तु मधुन धातु संयुगे वेगळे करणे शक्य आहे. यासाठी फेस तरण (*froth flotation*) हे एक उदाहरण आहे.

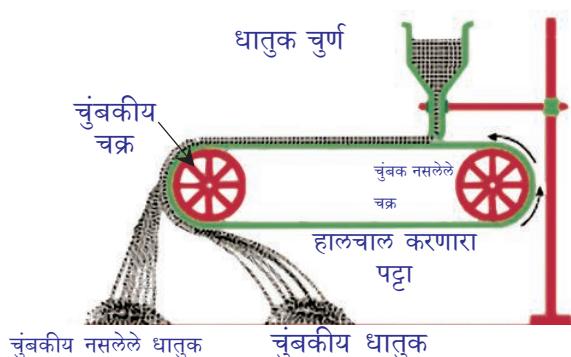
धातुक च्या भौतिक गुणधर्म आणि मलीन च्या गुणधर्मातील फरकावर धातुक च्या संहती करण्यासाठी कोणती भौतीक पद्धत वापरावी हे अवलंबून असते.

Table-3

पद्धतीचे नाव	प्रक्रिया
हाताने वेगळे करणे (Hand picking)	रंग, आकार सारख्या गुणधर्मा मध्ये जर धातुक कणात विभिन्नता आणि मलीनात विभिन्नता असल्यास त्या गुणधर्माचा वापर करून धातुक कणात त्यांच्यात असलेल्या मलीना पासून हाताने वेगळे करतात.
पाण्याने धुणे (Washing)	धातुकला बारीक चुर्ण करून कलत्या पृष्ठभागावर ठेवले जाते. वरून येणाऱ्या पाण्याच्या प्रवाहात धुतात. तेव्हा कमी दाट असलेले मलीन पाण्याच्या प्रवाहात वाहून जातात. वजनदार शुद्ध धातुक कण तेथे थांबतात.
फेस तपण (Froth floatation)	ही पद्धत मुख्यत्वे सल्फाईड धातुक मधुन मलीना ना काढून टाकण्यासाठी उपयोगात येते. या प्रक्रियेत धातुक ला बारीक चुर्ण करून हा चुर्ण पाण्याच्या टब मध्ये ठेवतात. या टब मध्ये दाबन हवा पाठवुन फेस बनवतात. तयार झालेला फेस धातुक कणाना वर पृष्ठभागावर नेते आणि टब च्या तळाला मलीन चे कण पोहचतात. फेस वेगळे करून त्याला धुवुन धातुक कण मिळवितात. (आकृती 1 पाहा)
चुंबकाने वेगळे करणे (Magnetic separation)	धातुक किंवा मलीना मध्ये जर एक चुंबकीय पदार्थ आणि दुसरे चुंबकीय पदार्थ नसेल तर त्यांना वेगळे करण्यासाठी विंद्युत चुंबकाचा वापर करतात (आकृती 2 पाहा)



आकृती -1: सल्फाईड धातुक च्या संहती करणासाठी फेस तपण प्रक्रिया



आकृती-2: चुंबकाने वेगळे करणे

इतर संहती करणाऱ्या पद्धती तुम्ही वरच्या वर्गात शिकु शकता.

धातुचे अभिक्रियाशिलता

तक्ता-४

धातु	आकसीजनशी क्रिया	थंडपाण्यासोबत अभिक्रिया	बाळपाण्यासोबत अभिक्रिया	आमलासोबत अभिक्रिया	विरल तिव्र अभिक्रिया	उष्णतेवर कलोरीन सोबत अभिक्रिया
K	O_2 च्या मर्दित पुरवठामध्ये Na_2O, K_2O तयार होते. पण O_2 , चा पुरवठा जास्त झाला तर पराआक्साइडस तयार होतो.	K पासुन Mg पर्यंतचे हायट्रोजनला थंड पाण्यामध्यून स्थलातर करावयास लावतात. पण याची अभिक्रिया शिलता कमी होत जाते. {K तिव्र पणे Mg खुप हळूने}	K पासुन Fe पर्यंतचे मुळदव्य पाण्याच्या वाफा सोबत क्रिया करून H_2 ला स्थलांतर करावयास लावतात.	K पासुन Pb पर्यंतचे मुळदव्य विरल तिव्र आम्ला सोबत क्रिया करून H_2 ला स्थलांतर करावयास लावतात. अभिक्रियाशिलता कमी होत जाते. {K-उत्सफोटक पणे Mg-जास्त तिव्रपणे Fe-संत गरीने Pb-खुप हळूने}	K पासुन Pb पर्यंतचे मुळदव्य विरल तिव्र करतात पण अभिक्रियाशिलता वर पासुन खाल पर्यंत कमी होत जाते. एक मोल कलोरीन वायु सोबत धातुची क्रिया हेऊन कलोराइड तयार होते. उष्णतेच्या बाष्पावरून हे समजते.	उष्णतेवर सर्व धातु कलोरीन सोबत क्रिया करून त्यांच्या संबंधीत कलोराइडस तयार करतात पण अभिक्रियाशिलता वर पासुन खाल पर्यंत कमी होत जाते. एक मोल कलोरीन वायु सोबत धातुची क्रिया हेऊन कलोराइड तयार होते. उष्णतेच्या बाष्पावरून हे समजते.
Na						
Ca	कमी तिव्रतेने जळत $CaO, MgO, Al_2O_3, ZnO, Fe_2O_3$ सारखे आक्साईड तयार होतात.					
Mg						
Al						
Zn						
Fe						
Pb	हे जळत नाहीत पण पृथगावर PbO, CuO, HgO सारखे आक्साईडचे थर तयार करतात.					
Cu						
Hg						
Ag	हे जळत नाहीत कमीत कमी पृथगावर आक्सीडीकरण सुधादा होत नाहीत					
Pt						
Au						

II धातुक मधुन अशुद्ध धातुचे निष्कर्षण (EXTRACTION OF CRUDE METAL FROM THE ORE)

धातुचे त्याच्या धातुका मधुन निष्कर्षण हे धातुच्या अभिक्रियाशिलते वर आधारून असते. आपल्याला खुप परिचीत असलेल्या धातुच्या अभिक्रियाशिलता क्रमाला माहित करण्यासाठी त्या धातुला थंड पाणी, पाण्याचे वाफ, विरल तिब्र आम्ल आणि Cl_2 सोबत करण्याच्या रासायनिक अभिक्रिया चा अभ्यास करावे लागणार. या क्रियेत अभिक्रियाशिलता वाढणे आणि कमी होण्याच्या आधारावर अभिक्रियाशिलता श्रेणीला ठरवु शकतो. धातुच्या उत्तरत्या क्रमात अभिक्रियाशिलता वरून धातुच्या रचनेला अभिक्रिया शिलतेचा मालीका (activity series) असे म्हणतात. (तक्ता -4 पाहा)

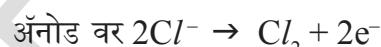
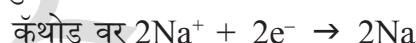
अभिक्रियाशिलतेच्या आधारावर धातुचे वर्गीकरण (Reduction of purified ore to the metal)

एका धातुका वर क्रिया करून धातुमध्ये बदल घडविण्यासाठी वापरण्याची पद्धत क्रियाशिलता मालिकेत त्या धातुच्या स्थानावर आधारून असते.

A) क्रियाशिलता मालिकेत शिर्ष भागावर असलेल्या धातुचे निष्कर्षण (Extraction of Metals at the top of the activity series)

(K, Na, Ca, Mg आणि Al). सारख्या धातुचे धातुक C, CO सोबत तापवण्या सारख्या साधारण क्रिया पद्धतीना वापरून धातुचे निष्कर्षण करता येत नाही. या क्रियेसाठी जास्त तापमानाची गरज आहे. आणि खुप खर्चिक आहे. खर्चाला कमी करण्यासाठी विद्युत अपघटनी पद्धतीची स्विकार करतात. पुन्हा जल द्रावणाचे विद्युत अपघटन सुधा तेवढे सोयीचे नसते कारण त्या द्रावणातील धातुच्या मुलका पेक्षा अगोदर कॅथोड भोवती जमा अप्रभारीत होते.

या धातुन निष्कर्षण करण्यासाठी योग्य पद्धतीसाठी त्यांच्या द्रवरूप संयुगांना विद्युत अपघटन करावे. उदाहरणात $NaCl$, मधुन Na चे मिळविण्यासाठी द्रवरूप $NaCl$ सोबत विद्युत अपघटन ला स्टील कॅथोड (cathode (-)) आणि ग्राफाईट अॅनोड (anode (+)) सोबत विद्युत अपघटन करतात. कॅथोड वर धातु (Na) जमा होते आणि फ्लोराइड अॅनोड वर मुक्त होते.



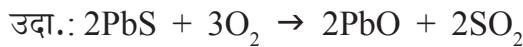
वरील विद्युत अपघटनासाठी धातुक ला द्रव स्थितीत ठेवण्यासाठी जास्त प्रमाणात विद्युतची गरज आसते. धातुक मध्ये योग्य ते मलीन मिळवुन धातुक चे वितळण बिंदु कमी केल्या जाते.

B) क्रियाशिलता मालीकेत मध्यभागात असलेल्या धातुचे निष्कर्षण (Extraction of metals in the middle of the activity series)

(झिंक, लोखंड, टिन, लेड, आणि तांबे): या धातुचे धातुक साधारणत: निसर्गात सल्फाराइडस किंवा काबोनेट्स म्हणुन उपस्थित असतात. म्हणुन या धातुच्या धातुकाचे क्षापण करण्या अगोदर त्यांना धातु आक्साइड मध्ये रूपांतर करणे आवश्यक आहे.

जास्त हवेत सल्फाराइड धातुकांना खुप गरम करण्याव्दारे आक्साइड मध्ये रूपांतर

करतात. या प्रक्रियाला भाजणे (*roasting*) असे म्हणतात. साधारणत: सल्फाईड धातुकांना धातुमध्ये क्षापण करण्याअगोदर भाजून त्यांना आक्साइड मध्ये रूपांतर करतात.

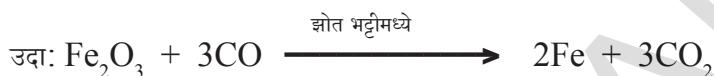


कार्बन सारख्या क्षापणक चा वापर करून धातु आक्साइडतुन धातुत क्षापण करतात.

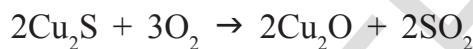
i) **कार्बन सोबत धातु आक्साइडचे क्षापण (Reduction of metal oxides with carbon)**: भट्टी मधुन कोक व्दारा आक्साईडस कमी होऊन धातु आणि कार्बन मोनाक्साइड (carbon monoxide (CO) मिळते.



ii) CO सोबत धातुक आक्साइडचे क्षापण



iii) **सल्फाईड धातुकचे स्वयं क्षापण (Auto (self) reduction of sulphide ores)**: सल्फाईड धातुक मधुन तांव्यांच्या निष्कर्षणामध्ये त्या धातुकांना हवेत थोडेसे भाजून आक्साइड मध्ये बदलवतात.

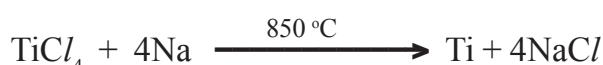


जेव्हा हवेचा पुरवठा बंद करतो आणि तापमानाला वाढवतो. आक्साइड सोबत सल्फाईड अभिक्रिया करतात आणि धातु आणि SO_2 तयार करतात.



iv) **जास्त अभिक्रियाशील धातु व्दारा धातुक (संयुगे) चे क्षापण (Reduction of ores (compounds) by more reactive metals.)**

अल्युमीनीयम सोबत धातु आक्साइडच्या अभिक्रियात थर्माईट प्रक्रियाचा समावेश असतो. जेव्हा सोडीयम, कॅल्शीयम, अल्युमीनीयम सारखे जास्त अभिक्रियाशील धातु क्षापणक म्हणुन वापरतो ते संयुगा मधुन कमी अभिक्रियाशीलताच्या धातुना स्थालांतर करावयास लावलात. ही विस्थापण अभिक्रिया साधारणत: अती उष्माक्षेपी(highly exothermic) असते. ही अभिक्रिया ऐवढी जास्त उष्णला उत्सर्जीत करत जाते की, तयार होणारे धातु द्रव(molten state) स्थितीत असतात.



लोखंड (III) आक्साइड (Fe_2O_3) हे अल्युमीनीयम सोबत क्रिया केल्यानंतर मिळालेले द्रवाने रेल्वे रूळाच्या कठड्याला जोडण्यासाठी किंवा यंत्रामध्ये तुटलेल्या भागाना जोडण्यासाठी उपयोग होतो. या क्रियेला थर्माइट क्रिया (thermite reaction) म्हणतात.



आकृती-3(अ)



आकृती-3(ब)

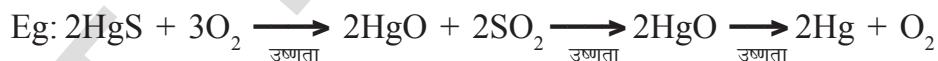


आकृती-3(क)

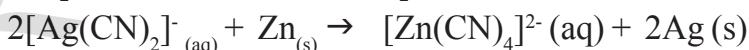
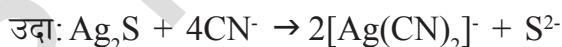
C) अभिक्रिया शिलता श्रेणीचे तळाला असलेल्या धातुचे निष्कर्षण (Extraction of metals at the bottom of the activity series) (Ag, Hg इत्यादी)

अभिक्रियाशिलता श्रेणीत तळाला असलेल्या धातु मुक्त स्थितीत असतात. त्यांची अभिक्रिया शिलता इतर अणु पेक्षा खुप कमी आहे. म्हणुन अशा धातुच्या आक्साइड ना उष्णता देऊन धातु मध्ये क्षपण करू शकतात आणि काही वेळा जल द्रवणातुन विस्थापण करावयास लावतात.

i) पाच्याचे धातुक सिन्नाबार (HgS) ला जेव्हा हवेत तापवितो तेव्हा ते सुरुवातीला (HgO) मध्ये रूपांतरीत होते आणि नंतर पुन्हा तापविल्याने पाच्याचे क्षपण होते.



ii) जलद्रवणा मधुन विस्थापण



येथे KCN द्रावणामध्ये Ag_2S ला वितळवून डायसायनोअरजनेट (dicyanoargentate) (I) आयनाना झिंक डस्ट चुर्ण सोबत क्रिया करून Ag ला अवक्षेपण रूपात मिळवितात.

III. अशुद्ध धातुचे शुद्धीकरण (Purification of the crude metal)

धातुकच्या क्षपण व्दारे मिळणारे धातु साधारणत: धातुकात रूपांतर न झालेले मलीन धातुकातील इतर धातु आणि धातुक मधील ऋण आयन मधुन अधातु असतात.

उदाहरणार्थ, कॉपरला त्याच्या सल्फाइड धातुक असलेल्या कॉपर आयरण पायराइट्स (copper iron pyrites (CuFeS_2)) मधुन मिळविल्यानंतर त्यामध्ये काही कॉपर सल्फाइड, लोखंड, सल्फर असतात. याला विद्युत अपघटना सोबत योग्य पद्धतीने शुद्ध करतात. अशुद्ध धातु पासृन शुद्ध धातु मिळविल्याच्या या प्रक्रियेला धातुचे शुद्धीकरण (refining) म्हणतात. धातुच्या शुद्धीकरणामध्ये अनेक प्रकारच्या प्रक्रिया असतात. काही शुद्धीकरणाच्या पद्धती खाली दिलेल्या आहेत.

a) उर्ध्वपातन (Distillation) (b) पोलिंग (c) वितळविणे (Liquation) (d) विद्युत अपघटनी दिलेल्या धातुचे शुद्धीकरण करण्यासाठी धातुचे स्वभाव आणि त्या मध्ये असलेल्या मलीना वर आधारून असते की, कोणती प्रक्रिया स्वीकारावी?

a) उर्ध्वपातन (Distillation): ज्ञिक आणि पाच्या सारखे कमी उत्कलन धातु (low boiling metals) जास्त उत्कलन धातुंना (high boiling metals) मलीन मिळून असलेल्या त्या धातुच्या शुद्धीत ही पद्धत खुप उपयोगी पडते. द्रव स्थितीत असलेल्या निष्कर्षीत धातु उत्कलन करून शुद्ध धातु मिळवितात.

b) पोलिंग (Poling): द्रव स्थितीतील धातुना हिरव्या लाकडाच्या काढ्याने चांगले ढवळतात. असे करण्याव्दारे मलीन वायु रूपात बाहेर निघतात किंवा अशुद्ध धातुची मळी द्रवरूप धातुच्या पृष्ठभागावर तयार होते. पुळीदार तांबे या पद्धतीने शुद्ध केले जाते. लाकडातुन क्षणिक वायु बाहेर पडून तांबाच्या आकसीडेशन ला प्रतिबंध पडते.

c) वितळविणे (Liquation): या पद्धतीत टिन सारख्या कमी वितळण धातुना गरम करून कलत्या पृष्ठभागावर सरकेल असे करतात. तेव्हा धातु वितळून खाली येण्याव्दारे जास्त वितळण मलीना पासून ते वेगळे केल्या जाते.

d) विद्युत अपघटनी शुद्धीकरण (Electrolytic refining) : या पद्धतीत मलीन धातु (impure metal) ना धनाग्र (anode) आणि शुद्ध धातुला क्रणाग्र (cathode) म्हणुन वापर करतात. विद्युत अपघटन तोटीत त्याच धातुच्या क्षार द्रावण घेतात. आपल्याला पाहिजे असलेल्या धातुच्या क्रणाग्र वर शुद्ध स्थितीत जमा होते. मलीन धनाग्र म्हणुन धनाग्र वर टोकात पोहचतात.



(M = शुद्ध धातु)

येथे $n = 1, 2, 3, \dots$

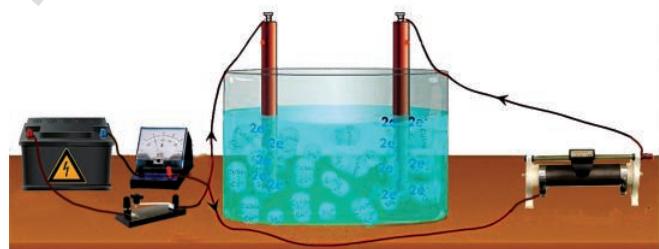
या विद्युत अपघटनी पद्धतीचा कॉपर शुद्धीकरणासाठी होतो.

यासाठी अशुद्ध कॉपरला धनाग्र म्हणुन शुद्ध कॉपरला क्रणाग्र म्हणुन घेतात. कॉपर सल्फेट आम्लयुक्त द्रावण हा विद्युत अपघटनी होय. शुद्धरूपातील कॉपर विद्युत अपघटनी निकालात धनाग्र ते क्रणाग्र असे स्थानांतर होते.



द्रावणात द्रावणीय मलीन राहुन जातात. पुळीदार तांब्या मधुन मिळालेले द्रावणीय मलीन धनाग्र च्या तळात पोहाचतात. या धनाग्रात अंटोमोनो, सेलेनियम, टेलीरीयम, सोने, चांदी आणि प्लाटीनियम सारखे मुलद्रव असतात. यांना पुन्हा मिळविणे थोडे खर्चिक आहे.

झींकला या प्रकारे सुधा शुद्ध करता येतो.



आकृती-4: कॉपरच्या विद्युत अपघटन शुद्धीकरणासाठी मांडलेला प्रयोग

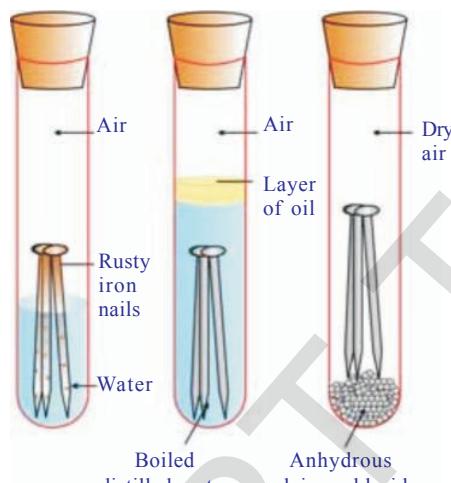
गंजणे (Corrosion)

लोखंड (आयरण आक्साइड) चे गंजणे, चांदी (सिल्वर आक्साइड) चे तांबरणे कॉपर (कॉपर कार्बोनेट) आणि ब्रांझ वर हिरव्या थराची वाढ हे गंजण्याची काही उदाहरणे आहेत.

- गंजणे का घडते, हे तुम्हाला माहित आहे काय ?
माहित करु या.

कृती 2

- तीन परिक्षा नळ्या घेऊन त्या प्रत्येका मध्ये लोखंडाचे स्वच्छ खिळे ठेवा.
- या परिक्षा नळीना A,B आणि C हे नाव द्या. A परिक्षा नळीत काही पाणी ओता आणि बुचाने ते बंद करा.
- B परिक्षा नळीत उकळलेले डिस्टीलीड पाणी ओता त्या मध्ये सुमारे 1 मी.ली. तेल मिळवा आणि बुचाने बंद करा. पाण्यावर तेल तरंगते आणि पाण्यात हवेला मिसळ्यास प्रतिबंध करेल.



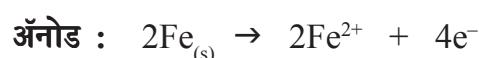
आकृती-5: लोखंड गंजण्याच्या संदर्भाला परिक्षण करणे

- परिक्षा नळी C मध्ये काही अनहायड्रस कल्यशीयम क्लोराइड ठेवा. आणि बुचाने बंद करा. हवे पासुन काही आर्द्रता असेल तर ते अनाडायड्रस कल्यशीयम क्लोराइड शोषण करून घेते. या परिक्षा नळीना काही दिवस तसेच राहु द्या आणि नंतर निरक्षण करा (आकृती पाहा)

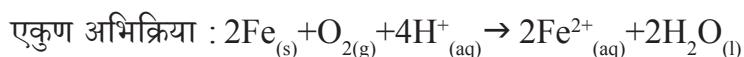
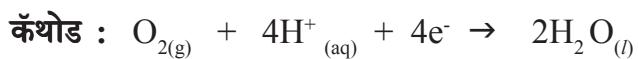
परिक्षा नळी A मधील लोखंडाचा खिळा गंजलेला दिसेल पण B आणि C परिक्षा नळी मधील खिळा गंजलेला दिसणार नाही असे तुमच्या निरिक्षणास येईल. परिक्षा नळी A मधील खिळा, पाणी आणि हवा या दोन्ही मध्ये उघडे आहे. परिक्षा नळी B मधील खिळा फक्त पाण्या मध्ये उघडा आहे आणि परिक्षा नळी C मधील खिळा कोरड्या हवेमध्ये उघडे आहे.

- लोखंडाच्या वस्तु गंजण्यासाठी आवश्यक परिस्थिती विषयी हा कृत्य काय सांगत आहे धातुंच्या गंजण्यामध्ये साधारणत: आक्सीजन इलेक्ट्रान गमावल्या मुळे आक्साइड तयार होण्याव्दारे धातुचे आक्सीडकरण होते. पाणी आणि हवेच्या उपस्थितीत लोखंड गंजते.

गंजणे हा एक रासायनिक शास्त्रात खुप अवघड बाब आहे. याला एक विद्युत रासायनिक घटना म्हणुन समजतात. लोखंडाच्या वस्तुच्या पृष्ठभागावर एक विशिष्ट क्षेत्रात गंजणे प्रक्रिया होताना तिथे आक्सीडीकरण होऊन ते क्षेत्र अँनोड म्हणुन वावरते. याला अभिक्रियेत आपण असे लिहू शकतो.



या अँनोड वरून निघालेले इलेक्ट्रान्स धातु मध्युन दुसऱ्या क्षेत्रात जाऊन हायड्रोजन आयन H^+ च्या उपस्थितीत आक्सीजन चे क्षणण करते. (हवेत असलेले कार्बन डायआक्साइड वातावरणातील आद्र हवेत असलेल्या पाण्यात मिसळल्या मुळे तयार होणारे H_2CO_3 वरून H^+ मिळते म्हणुन समजते. तेवढेच नसुन वातावरणातील आम्ल आक्साइड पाण्यात मिसळल्याने हायड्रोजन आयन मिळतात) हा क्षेत्र कॅथोड म्हणुन वावरतो. ही अभिक्रिया अशी लिहू शकतो.



वातावरणातील आक्सीजन ने फेरज आयन्स आक्सीडीकरण होऊन फेरीक आयन्सला रूपांतर होऊन हायड्रेटड फेरीक आक्साइड ($Fe_2O_3 \cdot XH_2O$) रूपात गंजात रूपांतर होते.

गंजण्याला प्रतिबंध (Prevention of corrosion)

गंजण्याला प्रतिबंध घालणे महत्वाचे आहे. ही फक्त पैशांची बचत करत नसुन अपघातानां सुध्दा टाळते. जसे पुल कोसळणे किंवा चाब्या सारख्या वस्तु गंजण्याव्दारे चाब्या खराब होणे.

धातुच्या वस्तुंचा पृष्ठभाग वातावरणाच्या संपर्कात येऊ न देणे, गंजण्याला प्रतिबंध घालण्यासाठी एक सोपी पद्धत आहे. यासाठी पृष्ठभागाला कशाने तरी झाकुन ठेवावे किंवा काही रासायने ने त्याला रंग लावावा. (उदा. बायसपेनॉल)

कमी अभिक्रियाशिलता असलेल्या वातावरणात ते अभिक्रिया करून धातुला वाचविणारे धातु (Sn, Zn इत्यादी) सारख्या धातुचे आवरण चढवणे. ही एक दुसरी सोपी पद्धत आहे.

विद्युत रासायन पद्धतीत, Mg, Zn सारखे धातु इलेक्ट्राड स्वतः गंजते पण वस्तुला गंजण्या पासुन वाचवते.



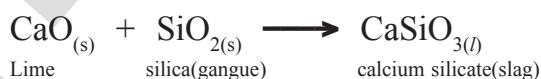
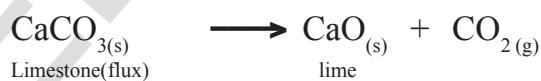
आपणास माहित आहे काय?

एका धातुच्या गुणधर्माना वृद्धी करण्यासाठी त्याला मिश्र धातुत स्पांतर करणे हे एक चांगली पद्धत आहे. या पद्धतीबद्दले धातु मध्ये पाहिजे असलेला गुणधर्म आपण मिळवितो. उदाहरणार्थ लोखंड हा जास्त वापरणारा धातु आहे, पण ते केव्हांही शुद्ध स्थितीत वापरत नाहीत. कारण शुद्ध लोखंड हा खुप मऊ आणि तापविले असता लवकर ताणतो. पण थोड्या प्रमाणात कार्बन, लोखंड सोबत मिश्रण केले तर ते घटू आणि मजबुत बनते. जेव्हा लोखंडाचे निकेल आणि क्रोमीयम सोबत मिश्रण केले तर आपल्याला स्टेनलेस स्टिल मिळते, जे गंजत नाही. शुद्ध सोन्याला 24 कॅरेट चे सोने म्हणुन ओळखतात, जे खुप मऊ असते. म्हणुन दागीने बनविण्यासाठी ते योग्य नसते. हे तांबे किंवा चांदी सोबत मिश्रण होऊन कठिण बनते. साधारणतः भारतामध्ये दागीने बनविण्यासाठी 22 कॅरेटचा सोने वापरतात. म्हणजे याचा अर्थ असा आहे की, शुद्ध सोन्याने 22 भाग हे तांबे किंवा चांदीच्या 2 भागा सोबत समीक्ष झाले आहेत.

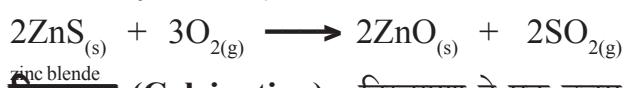
धातु विज्ञान मध्ये वापरत असलेले इतर काही महत्वाच्या प्रक्रिया (A few important processes used in metallurgy)

विगालन करणे (Smelting): विगालन ही उत्तम रासायनिक प्रक्रिया आहे. ज्या मध्ये धातुक सोबत विशेषक (flux) मिश्र होऊन आहे आणि इंधनने खुप तिक्र पणे तापविलेले आहे. उष्णता खुप जास्त असल्याने धातुक चे धातुमध्ये क्षणण होते आणि धातु द्रवस्थीतीत मिळते. विगालन प्रक्रिया होतांना धातुक मधील मलीन विशेषक सोबत अभिक्रिया करून धातुची अशुद्द मली तयार होऊन निघुन जाते. हेमाटाईट (haematite) (Fe_2O_3) धातुक साठी कोक हा इंधन म्हणुन वापरतात आणि लाईम स्टोन (lime stone) (CaCO_3) हा विशेषक म्हणुन वापरतात. विगालन प्रक्रिया ही विशिष्ट पणे बांधलेल्या भट्टीत केल्या जाते. याला झोत भट्टी (blast furnace) म्हणतात.

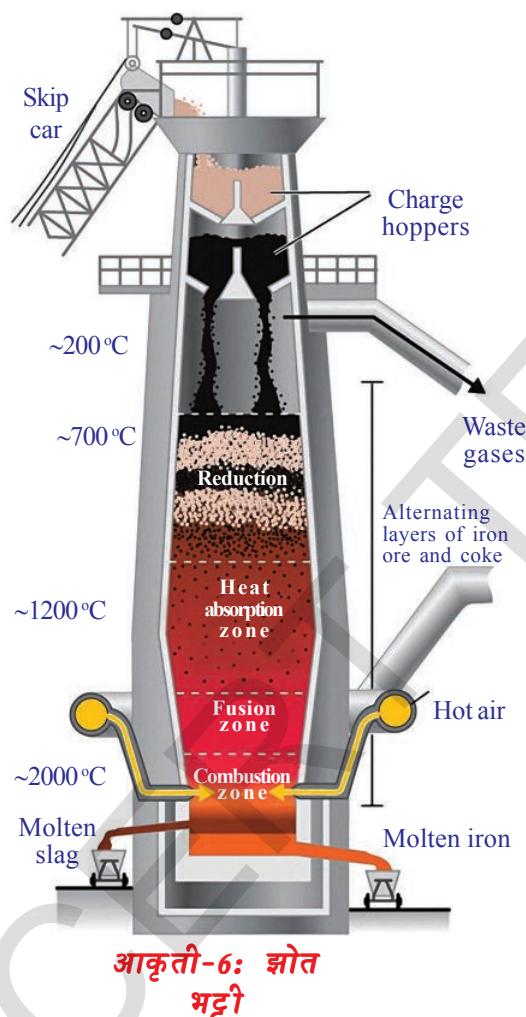
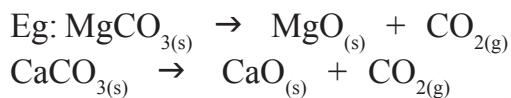
भट्टीच्या आतमधील अभिक्रिया



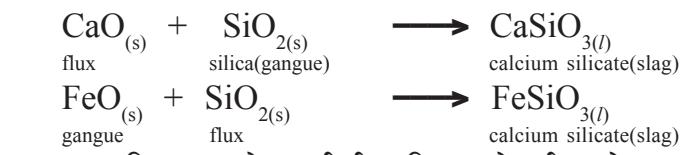
भाजणे (Roasting) : भाजणे हे उत्तम रासायनिक प्रक्रिया आहे ज्यामध्ये धातुक ला त्याच्या वितळण बिंदुच्या खाली, हवा किंवा आक्सीजन च्या उपस्थित तापवल्या जाते. या प्रक्रिये मध्ये उत्पन्न झालेले पदार्थ सुधा घन स्थितीत असतात. (सल्फाइड धातुक पासुन धातु आक्साइड सारखे.) साधारणत: भाजण्यासाठी रिवरबेरेटी भट्टी (reverberatory furnace) वापरतात.



निस्तापण (Calcination) : निस्तापण हे एक उत्तम रासायनिक प्रक्रिया आहे ज्या मध्ये धातुकला हवेच्या अनुपस्थित तापवल्या जाते. या प्रक्रिये मध्ये धातुक साधारणत: अपघटन होतो.



विशोधक (Flux): धातुक मधील मलीनला काढण्यासाठी धातुक मध्ये बाहेरून एक पदार्थ मिळविला जातो. त्याला विशोधक म्हणतात. मलीन (gangue) SiO_2 सारखे आम्ल पदार्थ असेल तर त्याला विशोधक म्हणुन CaO सारखे पदार्थ वापरतात. आणि FeO सारखे मुळ स्वभावात मलीन असेल तर त्यामध्ये SiO_2 सारखे आम्ल विशोधक मिळवतात.



- धातु विज्ञान मध्ये भट्टीची भुमिका कोणती आहे?
 - ते जास्त प्रमाणातील उष्णतेला सहन कसे करतात?
 - सर्व भट्टीची रचना सारखी असते का?
- पाहू या.

भट्टी (Furnace): धातु विज्ञान मध्ये उत्ताप रासायनिक प्रक्रिया करण्यासाठी भट्टीचा वापर करतात. भट्टीचे तीन मुख्य भाग आहेत. हार्थ (Hearth) चिमणी (Chimney) आणि अग्नी खोली (fire box) आहेत.

भट्टीत तापवण्याच्या उद्देशाने ज्या जागेत धातुक ला ठेवतात. त्या जागेला हार्थ असे म्हणतात.

भट्टी मधुन निकामी वायु बाहेर जाण्यासाठी चिमणीची वापर करतात. भट्टी मध्ये जळण्यासाठी ज्या जागेवर इंधन ठेवल्या जाते त्या जागेला अग्नी खोली म्हणतात. झोत भट्टीमध्ये अग्नी खोली आणि हार्थ एकाच मोठ्या खोलीत असतात. जेथे धातुक आणि इंधन ठेवले जातात. रिवरबेरटरी भट्टी मध्ये अग्नीखोली आणि हार्थ वेगवेगळे असतात. पण इंधनाच्या जळण्यामुळे तयार होणारी ज्योत हार्थ मधील धातुकला स्पर्श करते आणि त्याला तापवते.

उर्ध्वपतन यंत्र भट्टी मध्ये हार्थ आणि अग्नीखोली मध्ये प्रत्यक्ष संबंध होत नाही आणि ज्योत पण धातुक ला स्पर्श करत नाही.



आकृती-7 : रिवरबेरटरी भट्टी



महत्वाचे शब्द

खनिजे, धातुक, फेस तपण, थर्माइट प्रक्रिया, उर्ध्वपतन, पोलींग, वितळविणे, विद्युत अपघटणी, शुद्धीकरण, विगालन करणे, भाजणे, निस्तापण, झोत भट्टी, रिवरबेरटरी भट्टी



आपण काय शिकलोत?

- भुपटलावर मिळणारे मलीन मिसळून धातुच्या संयुगेला खनिजे म्हणतात.
- कमी खचनि धातु मिळविण्यासाठी अनुकूल खनिजाला धातुक असे म्हणतात.
- धातुक मध्ये उपस्थित मलीनाना gangue म्हणतात.
- धातुच्या निष्कर्षणा मध्ये तीन पायऱ्या आहेत. संहती करण, अशुद्ध धातुचे निष्कर्षण, धातुचे शुद्धीकरण
- धातुकच्या संहती करणात भौतिक पद्धतीत स्विकरतात ते हाताने वेगळे करणे, पाण्याने धुणे, फेस तपण, चुंबकाने वेगळे करणे इत्यादी.
- अभिक्रियाशिलता मालिका.
- अशुद्ध धातुच्या निष्कर्षणासाठी वापरणाऱ्या पद्धती निस्तापण, भाजणे, रासायनिक क्षापण, स्वंय क्षापण, विस्थापण पद्धत, विद्युत अपघटनी क्षापण.
- हवा किंवा आक्सीजनच्या अनुपस्थितीती मध्ये धातुक ला जास्त तापविण्याच्या प्रक्रियेला निस्तापण असे म्हणतात.
- निस्तापण होत असतांना काबोनेट हा त्याच्या आक्साइड मध्ये रूपांतर होते.
- हवा किंवा आक्सीजनच्या मुक्त पुरवठ्यामध्ये धातुला जास्त तापविण्याच्या प्रक्रियेला भाजणे म्हणतात.
- निस्तापण आणि भाजणे हे रिवरबेरटरी भट्टी करतात.



आपल्या अभ्यासात सुधारणा करा

संकल्पनेचे प्रतीस्पंदन

- आक्साइड धातुक म्हणुन निसर्गात सापडणाऱ्या तीन धातुंचे नावे लिहा? (AS1)
- निसर्गात मुक्त स्थितीत आढळणाऱ्या तीन धातुंचे नावे लिहा. (AS1)
- धातु विज्ञान मधील धातुक च्या संहतीकरणावर टिप लिहा? (AS1)
- धातुक म्हणजे काय? खनिजात कोणत्या आधारावर धातुक ची निवड करतात? (AS1)
- लोखंडाच्या कोणत्याही दोन धातुक चे नावे लिहा? (AS1)
- निसर्गात धातु कसे आढळतात? कोणत्याही दोन खनिजांची उदाहरणे द्या? (AS1)
- फेस तपण प्रक्रिया वर लघु टिप लिहा? (AS1)
- धातुकच्या संहती करण्यासाठी आपण केव्हा चुंबकाने वेगळे करण्याची पद्धत वापरतात? एका उदाहरणासहीत स्पष्ट करा? (AS1)
- खालील पैकी प्रत्येकावर टिप लिहा? (AS1)
 - भाजणे
 - निस्तापण
 - विगालन करणे
- निस्तापण आणि भाजने मध्ये काय फरक आहे? प्रत्येकासाठी एक उदाहरण द्या? (AS1)
- Gauge आणि Slag म्हणजे काय? (AS1)
- खालील प्रक्रियांची आकृती काढा. i) फेस तपण ii) चुंबकाने वेगळे करणे. (AS5)
- रिवरबेरटरीची सुबक आकृती काढून भागाना नावे द्या? (AS5)

संकल्पनेचे उपयोजन

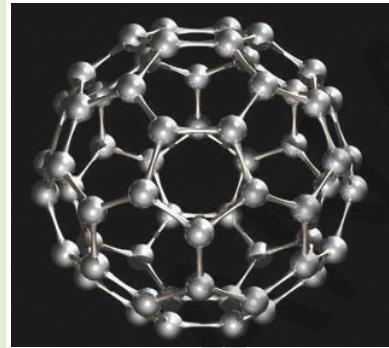
- मँगेशियम हा क्रियाशिल धातु आहे. जर निसर्गात ते क्लोराइड म्हणुन आढळत असेल तर त्याच्या निष्कर्षणासाठी क्षापण ची कोणती पद्धत योग्य आहे? (AS2)
- शुद्ध धातु मिळविण्यासाठी दोन पद्धती सांगा? (AS2)

- जास्त अभिक्रियाशिलता धातुच्या मिळविण्यासाठी तुम्ही कोणती पद्धत सुचवाल? का? (AS2)
 - क्रियाशिलता मालीका म्हणजे काय? धातुच्या निष्कर्षण मध्ये ते कसे मदत करते? (AS6)
 - थर्माइट प्रक्रिया म्हणजे काय? दैनंदिन जिवनामध्ये त्याचा उपयोग लिहा? (AS7)
 - आपल्या दैनंदिन जिवनामध्ये आपण हाताने वेगळे करणे आणि पाण्यात धुवुन वेगळे करणे या पद्धती कोठे वापरतो? उदाहरणे द्या. या उदाहरणा सोबत धातुकाच्या संहतीकरणाशी तुम्ही कसे संबंध जोडता? (AS7)

योग्य पर्यायी उत्तर निवडा

सुचवलेले प्रयोग आणि पाणी उपस्थित असणे गरजेचे आहे. हे सिध्द करण्यासाठी एक प्रयोग सुचवा? कार्य पद्धती स्पष्ट करा?(AS3)

सुचवलेले प्रकल्प तेचे चांदी, प्लटीनम आणि सोने या धातुच्या निष्कर्षणाविषयी माहिती गोळा करून अहवाल तयार करा? (AS4)



कार्बन आणि त्यांची संयुगे (Carbon and its Compounds)

तुम्ही खाणारे अन्न, घालणारे कपडे, सौदर्य प्रसाधणे, तुम्ही वाहनात वापरलेले इंधन ही सर्व कार्बनची संयुगे आहेत.

कार्बनचा शोध पुर्व इतिहासात लावला त्यास प्रचिन काळ असे म्हणतात. ते सेंद्रीय पदार्थाला जाळून त्याचा लोणारी कोळसा बनवित असे.

कार्बन (**Carbon**) हा अधातु आहे. तो आधुनिक आवर्त सारणी मध्ये असलेला IV A किंवा चौदाव्या गटातील मुलद्रव्य आहे. या गटातील मुलद्रव्याच्या बाह्य कक्षेत चार इलेक्ट्रान्स असतात.

चला कार्बनचे ($_6C$) इलेक्ट्रान संरूपण लिहु या.

कार्बनचा अणु क्रमांक 6 आहे.

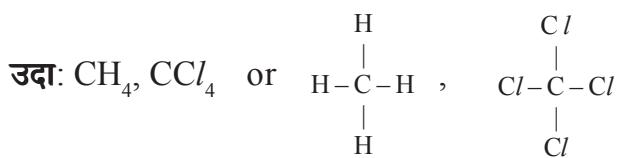
कार्बनचे इलेक्ट्रान संरूपण(मुळ स्थितीत) $_6C: 1s^2 2s^2 2p^2$ आहे. त्याच्या बाह्य कक्षेत अष्टक येण्यासाठी आणि C^{4+} ते तयार होण्यासाठी त्यात अजुन चार इलेक्ट्रान मिळविले पाहिजे. कार्बनची विद्युत ऋणता फक्त 2.5 आहे आणि त्याच्या केंद्रकात सहा प्रोटीन असतात. म्हणुन केंद्रकात असलेल्या सहा प्रोटीनामुळे केंद्रकाला दहा इलेक्ट्रान धरून ठेवण्यासाठी कठिण जाते. म्हणुन कार्बनला C^{4+} आयन निर्माण करणे फार सोपे नाही.

- कार्बन त्याच्या बाह्यकक्षेतुन चार इलेक्ट्रान सोडुन हीलीयमचे इलेक्ट्रान संरूपण मिळवु शकते का ? .

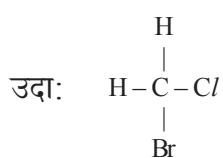
जर कार्बन त्याच्या बाह्य कक्षेतुन चार इलेक्ट्रान सोडल्यास, ते C^{4+} आयन तयार करते. यासाठी मोठ्या प्रमाणात उर्जेची गरज पडते. ती साधारणपणे उपलब्ध होत नाही. म्हणुन C^{4+} आयन तयार होण्याची शक्यता सुधा कमी असते. कार्बन त्याच्या चार वेलंन्सी ला संतृप्त करण्यासाठी दुसऱ्या अणुच्या सहसंयुग बंधाची निर्मिती त्याच्या स्वतःच्या अणुशी किंवा इतर मुलद्रव्याच्या अणुशी करावी लागते.

कार्बन अणुव्दारे बंधनिर्मितीची शक्यता खाली दिले आहे.

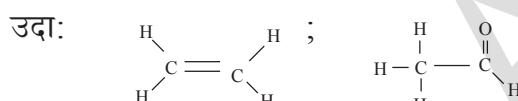
- a) i. हायड्रोजन, क्लोरीन या सारख्या मुलद्रव्याच्या अणुशी चार एकेरी सहसंयुज बंध निर्माण करणे.



- ii. भिन्न मुलद्रव्याच्या अणुशी चार एकेरी सहसंयुज बंध निर्माण करणे.



- b) कार्बनचे अणु एक दुहेरीबंध आणि दोन एकेरी बंध निर्माण करू शकतात.



- c) कार्बनचे अणु एक एकेरी बंध आणि एक तिहेरीबंध निर्माण करू शकतात.

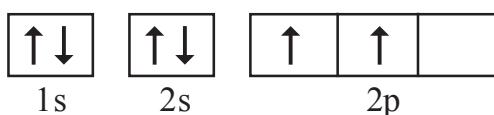


$\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}_2$ या सारखे दोन व्हिबंध सुध्दा तयार करतात.

- वर उल्लेख केल्याप्रमाणे कार्बन अणु विविध प्रकारे बंध कसे तयार करतात ?
- उत्तेजीत अवस्थेत कार्बन अणुतील जोडी न जुळलेले चार इलेक्ट्रान विषयी स्पष्टीकरण द्या ?

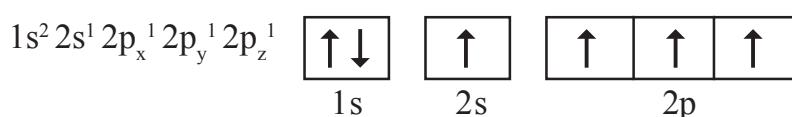
वॉलेन्सी (valence) बंध सिधातानुसार, (रासायनिक बंध हा धडा पाहा) कार्बन अणुतील चार एकाकी इलेक्ट्रान्स कार्बन अणुच्या उत्तेजीत अवस्थेला सुचवते हे दाखविल्या जातो.

कार्बन इलेक्ट्रान संरूपण (मुळस्थिती)

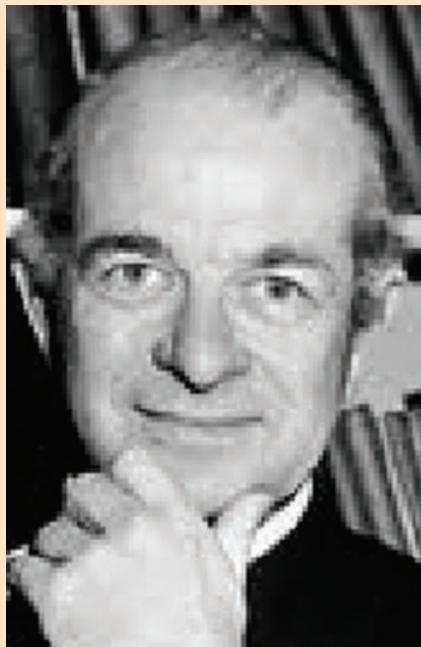


कार्बन (मुळस्थिती)

कार्बनचे इलेक्ट्राचे संरूपण (उत्तेजीत अवस्था)



कार्बन (उत्तेजीत अवस्था)



लायनस पॉलिंग (Linus Pauling) जागतीक सुप्रसिद्ध शास्त्रज्ञ आणि मानवतावादी होते. ते सर्वात जास्त प्रभावशाली रसायन शास्त्रज्ञ होते. हे आतापर्यंत रसायनशास्त्रात दोन नोबेल पुरस्कार आणि शांती पुरस्कार (1954) आणि (1962) विजेते होते.

उत्तेजीत अवस्थेत कार्बन अणुत '2s' कक्षेतील एक इलेक्ट्रान $2p_z$ कक्षेत पोचविते.

उत्तेजीत अवस्थेत प्रत्येक कार्बन अणुत चार जोडी न जुळलेले इलेक्ट्रान असतात आणि ते चार सहसंयुज बंध तयार करण्यात जोर देतात.

- इलेक्ट्रानला उत्तेजीत करणारी ही शक्ती कोठुन येते ?

सामान्य स्थितीत मुक्त कार्बन अणु उत्तेजीत अवस्थेत नसते हे आपणास माहित आहे. जेव्हा एक कार्बन अणु दुसऱ्या अणुशी बंध निर्माण करण्यासाठी तयार असतो. तेव्हा त्यास उत्तेजीत करणारी उर्जा, बंधउर्जेपासून घेतल्या जाते. ती कार्बन अणु आणि इतर अणु मध्ये बंध तयार होतांना मुक्त झालेली उर्जा आहे.

- मिथेन (CH_4) रेणुत चारही कार्बन - हायड्रोजन बंध एक समान असुन त्यामधील बंध केन $\text{H}^\ddagger \text{H}$ $109^\circ 28'$ असतो. हे आपण कसे स्पष्ट करतो ?

वरील चर्चेत आपणास आढळून आले की, उत्तेजीत अवस्थेत कार्बन अणुच्या p-कक्षेत (orbitals) तीन जोडी न जुळलेले इलेक्ट्रान्स आणि s-कक्षेत एक इलेक्ट्रान असतो. हे चार वॅलेन्सी इलेक्ट्रान भिन्न उर्जेचे असतात.

- मिथेन रेणुत हे असमान उर्जेचे वॅलेन्सी इलेक्ट्रान चार सममुल्य सहसंयुज बंध कसे निर्माण करतात ?
चला कसे निर्माण करतात ते पाहू या.

इलेक्ट्रानची बढती (Promotion of an electron)

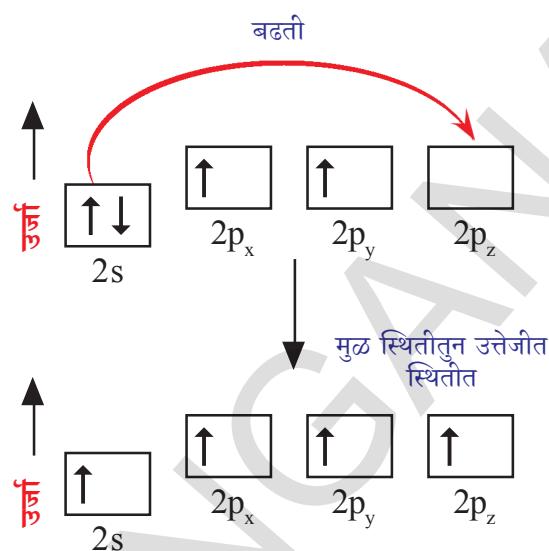
जेव्हा बंध तयार होतात तेव्हा उर्जा सोडल्या जाते आणि व्यवस्था स्थिर होते. जर कार्बन अणु दोन बंधा ऐवजी चार बंध तयार केल्यास, जास्त प्रमाणात उर्जा सोडल्या जाते. म्हणुन येणारा रेणु जास्त स्थिरत्वाचा असतो.

2s आणि 2p कक्षेतील फरक खुप लहान असतो. जेव्हा कार्बन अणु बंध निर्माणासाठी तयार होतात तेव्हा ते बंध उर्जेतुन कमी प्रमाणात उर्जा घेतात आणि 2s पासून 2p ला बढती देण्यासाठी इलेक्ट्रानला उत्तेजीत करते आणि चार जोडी जुळलेले इलेक्ट्रान्स देते.

आपणास बंध तयारीसाठी चार जोडी जुळलेले इलेक्ट्रान मिळाले. परंतु हे इलेक्ट्रान्स दोन भिन्न प्रकारच्या कक्षेत असून त्यांची उर्जा वेगवेगाळी असते. हे जोडी न बनलेले इलेक्ट्रान चार समान कक्षेत असल्याशिवाय आपणास चार समान बंध मिळणार नाही.

कार्बनच्या चार कक्षेत समान उर्जेचे जोडी न जुळलेले इलेक्ट्रान असतात त्याचे स्पष्टीकरण कसे करता येईल?

संकरणाव्दारे (*hybridisation*) आपण याचे विवरण करू शकतो.



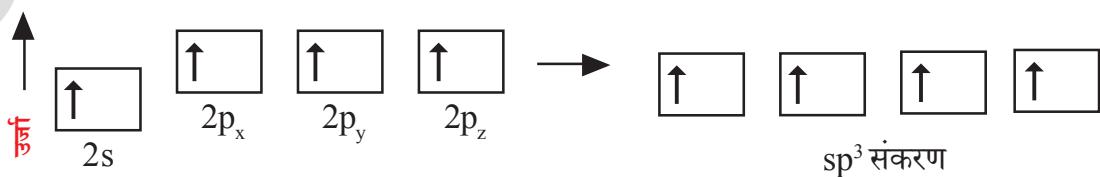
संकरण (Hybridisation)

संकरणाची संकल्पना लायनस पॉलिंग यांनी (Linus Pauling (1931) मांडली. वैयक्तिक अणुमध्ये समान उर्जेच्या कक्षीकेच्या पुनर्रवितरणावरून उर्जा आणि आकार सारख्या समान गुणधर्माचे असंख्य नविन कक्षिका तयार होण्यास संकरीकरण ("hybridisation") असे म्हणतात. नविन तयार झालेल्या कक्षीकांना संकरीत कक्षिका ('hybrid orbitals.') असे म्हणतात.

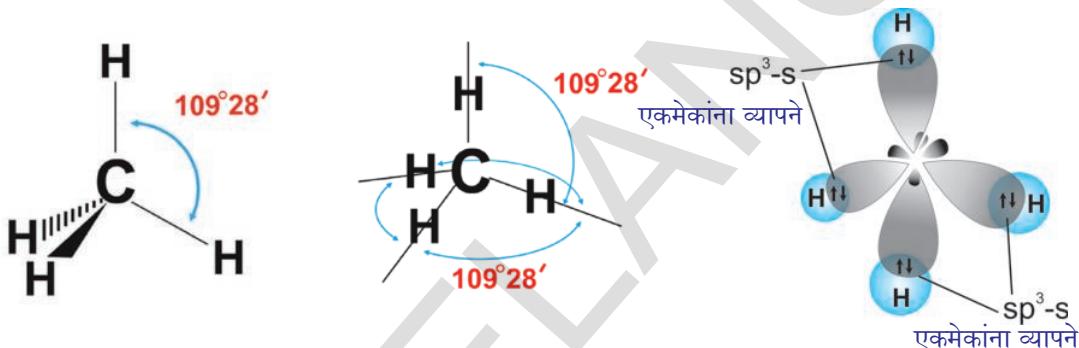
उत्तेजीत कार्बन अणुत त्यांची एक s-कक्षीका (2s) आणि तीन p-कक्षीका (2p_x, 2p_y, 2p_z) एकमेकांना मिसळून पुनरचनेमुळे चार एक सारख्या कक्षिका तयार होतात. त्यास sp^3 कक्षिका म्हणतात. अशा प्रकारे कार्बन अणुचे sp^3 संकरण होते.

चार इलेक्ट्रान्स चार नविन एक सारख्या संकरीत कक्षिकेत प्रवेश करतात यास sp^3 संकरीत कक्षिका असे म्हणतात. (कारण त्या एक 's-कक्षीका' आणि तीन 'p-कक्षीकेने' बनलेल्या आहेत म्हणुन त्यास sp^3 कक्षीका म्हणतात.)

सुचना : " sp^3 " ला " s p तीन " "असे वाचावे"



संकरणामुळे कार्बन अणु प्रत्येकात एक इलेक्ट्रान समान शक्तीच्या चार सारख्या sp^3 संकरीत कक्षीका असतात. कार्बन अणुत चार जोडी न जुळलेले इलेक्ट्रान असल्यामुळे ते इतर चार कार्बन अणुशी किंवा एक संयुजता असलेल्या इतर मुलद्रव्याशी बंध तयार करू शकतात. जेव्हा कार्बन, डायड्रोजनशी क्रिया घडुन येते, चार हायड्रोजन अणुतील ‘s’ कक्षीकेत असलेल्या प्रत्येकी एक इलेक्ट्रान कार्बन अणुच्या चार sp^3 कक्षीकेशी एकमेकांना व्यापते आणि ते त्यांच्याशी $109^\circ 28'$ चा कोन करते. (कार्बन अणुतील चार संकरीत कक्षीका त्याच्या इलेक्ट्रान मधील प्रतिकर्षन कमी केल्या सारखे चतुष्कफलकाच्या चार कोपन्यात असतात) अणुचे केंद्रक चतुष्कफलकाच्या केंद्रात असते. खालील आकृत्या पाहा.

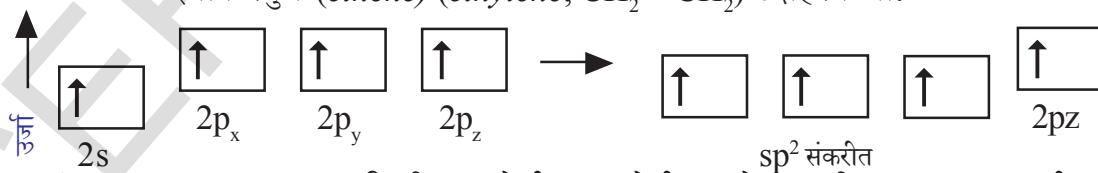


या निर्माणावरून कार्बन अणु आणि चार हायड्रोजन अणुमध्ये चार $sp^3 - s$ सिग्मा बंध (sigma bonds) निर्माण करण्यासाठी उपयोगी पडते. हे सर्व बंध समान शक्तीचे असतात.

sp^2 संकरण (hybridisation)

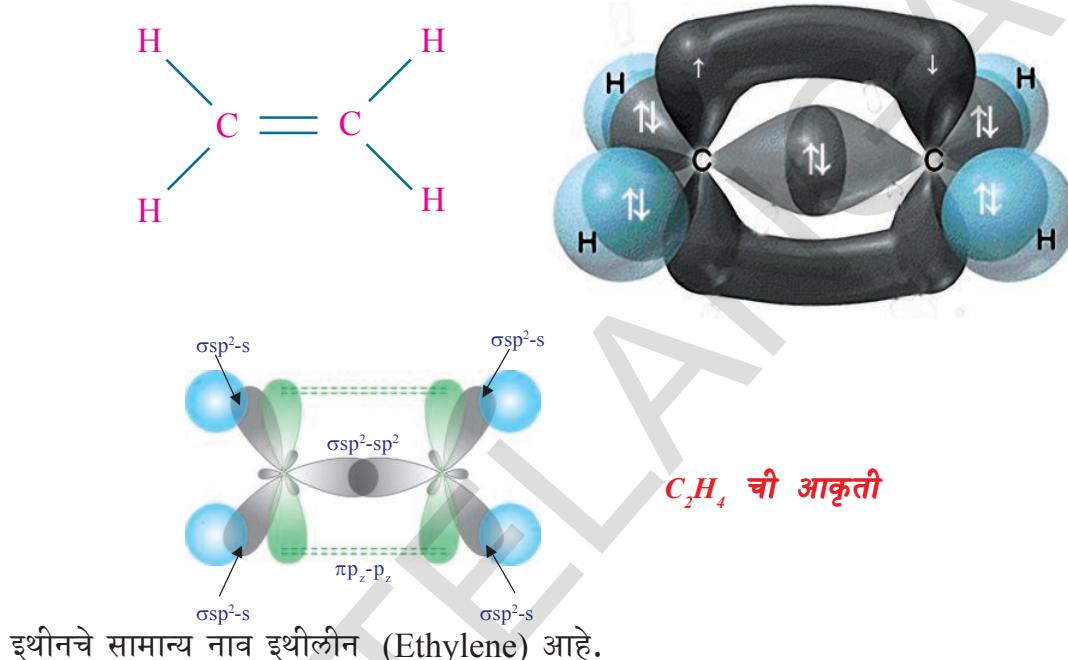
कार्बन अणु दोन एकेरी सहसंयुज बंध आणि एक दुहेरीबंध तयार करण्याच्या सामर्थ्याचे स्पष्टीकरण तुम्ही कसे कराल?

इथीन रेणुचे (ethene) ($CH_2 = CH_2$) उदाहरण द्या.



$CH_2 = CH_2$ च्या निर्माणात उत्तेजीत अवस्थेतील प्रत्येक कार्बन अणु एक s-कक्षीका (2s) आणि दोन p-कक्षीका ($2p_x$, $2p_y$) परस्पर मिळून sp^2 संकरणाव्दरे पुर्ण मांडणी करून तीन sp^2 कक्षीका तयार होतात. आता प्रत्येक कार्बन अणुत संकरण न झालेली एक ‘p’ कक्षीका (p_z) उरते. तीन sp^2 कक्षीकेत प्रत्येकी एक इलेक्ट्रान कार्बन अणु केंद्रका भोवती परस्पर 120° कोनात वेगळे केलेले असतात. जेव्हा कार्बन अणु बंध निर्माण करण्यासाठी तयार असतात तेव्हा एका कार्बन अणुतील एक sp^2 कक्षीका दुसऱ्या कार्बन अणुच्या sp^2 कक्षीकेशी एकमेकांस व्यापतात आणि $sp^2 - sp^2$ सिग्मा(σ)

असंकरीत दोन कार्बन अणुवर बंध तयार करतात. प्रत्येक कार्बन अणुतील उरलेल्या दोन sp^2 कक्षिका जोळीत जुळलेले इलेक्ट्रान असलेल्या दोन हायड्रोजन अणुतील 's' कक्षीके बदारे एकमेकांना व्यापतात. p_z कक्षीका पाश्वरीतीने एकमेकांना व्यापुन आकृतीत दाखविल्या प्रमाणे त्यामध्ये π बंध निर्माण करतात. याचा अर्थ एथीन रेणुच्या दोन कार्बन अणुत सिग्मा (σ) बंध आणि पाय (pi) (π) बंध अस्तित्वात असते. म्हणुन इथीन रेणुला (C_2H_4) खालील प्रमाणे दाखवितात.



sp संकरण (hybridisation)

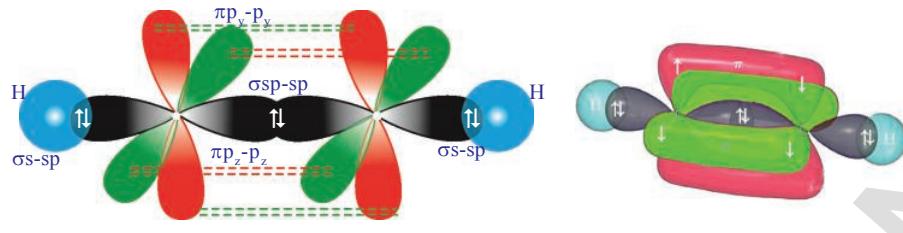
प्रत्येक कार्बन अणु चार (मिथेन किंवा इथेन) किंवा तीन (इथीन) ला सोडुन फक्त दोन इतर अणुशी जुळतो. येथे कार्बन अणु बंध तयार करण्याआधी त्याची बाह्य कक्षिका संकरीत करते. यावेळी ते फक्त दोनच कक्षिका संकरीत करतात.

ते 's' कक्षिका ($2s$) आणि एक $2p$ कक्षिका वापरतात. परंतु इतर $2p$ कक्षिकांना न बदलता तसेच सोडुन देतात. एक S कक्षिका आणि एक P कक्षीका पुर्णसंघटीत केल्याने निर्माण झाल्या. म्हणुन नविन निर्माण झालेल्या संकरीत कक्षीकेला (*sp hybrid orbitals*) संकरीत कक्षिका म्हणतात.

एक एकेरी बंध आणि एक त्रिबंध तयार करणाऱ्या कार्बन अणुच्या सामर्थ्याचे तुम्ही वर्णन कसे कराल?

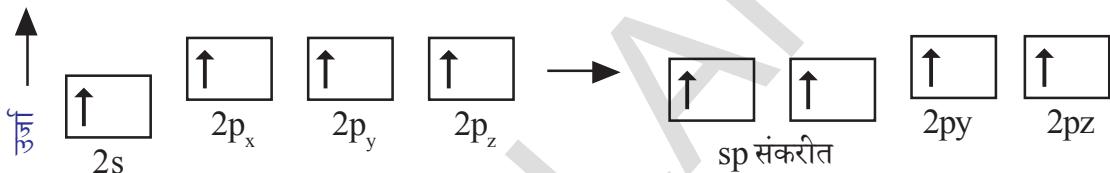
एक एकेरी बंध आणि एक तिहेरीबंध निर्माण करणाऱ्या कार्बन 'C' चे सामर्थ्य माहित करण्यासाठी इथाईन (*acetylene*, C_2H_2) रेणुचे उदाहरण विचारात घेऊ या.

एसीटलीन रेणुतील दोन कार्बनच्या अणुमध्ये एक तिहेरीबंध असतो अणुची चौथी संयुजता संतृप्त होण्यासाठी प्रत्येक कार्बन अणु एका हायड्रोजनशी बंध तयार करतो. ($H-C \equiv C-H$).



C₂H₂ ची आकृती

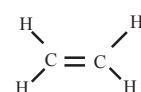
C₂H₂ रेणुमध्ये कार्बनचे अणु आणि दोन हायड्रोजनचे अणु असतात. उत्तेजीत अवस्थेत प्रत्येक कार्बन अणु त्याची एक s-कक्षीका (2s) आणि एक p-कक्षीका - (2p) मिळून आणि त्याची पुर्नरचना करून संकरणाव्दारे दोन एकरूप असलेल्या कक्षिका तयार होतात. यास sp-कक्षीका असे म्हणतात. प्रत्येक कार्बन अणुत दोन असंकरीत कक्षिका (2p_y, 2p_z) असतात.



एका कार्बनची एक sp-कक्षीका दुसऱ्या कार्बनच्या sp-कक्षीकेशी एकमेकांवर व्यापल्यास sp-sp सिग्मा बंध तयार होतो. प्रत्येक कार्बन अणुशी इतर sp-कक्षीका हायड्रोजन अणुच्या 's' कक्षीकेवर एकमेकांस व्यापल्याने s-sp सिग्मा बंध तयार होते. एका कार्बन अणुची असंकरीत 'p' कक्षिका दुसऱ्या कार्बन अणुच्या असंकरीत 'p' कक्षिकेशी पाश्वरीतीने एकमेकांवर आल्यास दोन कार्बन अणुत दोन π बंध (πp_y-p_y , πp_z-p_z , आकृती पाहा) निर्माण होते. अशा रितीने इथाईन रेणुत H-C≡C-H तीन आणि σ-बंध आणि दोन π-बंध असतात.

- कार्बन अणुच्या केंद्रकांमधील बंध अंतराचा अंदाज लावा.

ते H-C≡C-H या क्रमाची बंध उर्जा आणि बंध तयार



- CH₄, C₂H₄ आणि C₂H₂ रेणुमधील H⁺CH बंध कोन काय आहेत?

कार्बनची बहुरूपे (Allotropes of Carbon)

कोणताही मुलद्रव्ये दोन किंवा त्यापेक्षा जास्त भौतिक रूपात आढळून जास्त किंवा कमी साम्य रासायनिक गुणधर्म असुन वेगवेगळे भौतीक गुणधर्म असल्यास त्यास अपरुपता(*allotropy*) असे म्हणतात. विविध रूपातील मुलद्रव्यांना अपरुपे (*allotropes*) असे म्हणतात. रेणुतील अणुच्या रचनेतील फरकामुळे अपरुपे तयार होतात.

कार्बनच्या अपरुपाचे दोन भागात वर्गीकरण केले आहे ते

- अस्फटिकीय रूपे (Amorphous forms)
- स्फटीकीय रूपे (Crystalline forms)

अस्फटिकीय रूपे (Amorphous forms)

कार्बनची वेगवेगळी अस्फटीकाय अपरुपे कोळसा, कोक, लाकुड, लोणारी कोळसा, प्राण्याचे चारकोल दिव्याची काजळी, वायु रूपातील कार्बन, पेट्रोलीयम कोक, साखरेचे चारकोल(उच्च प्रतिची साखर) इत्यादी आहेत.

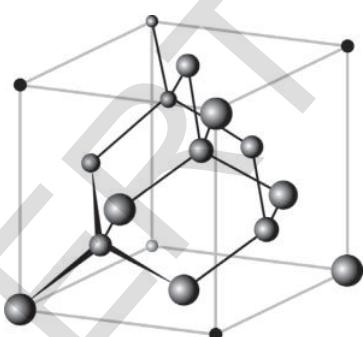
स्फटीकीय रूपे (Crystalline forms)

कार्बन अणुत स्वतःविविध प्रकारच्या संकरीत झालेल्या रासायनिक बंधात संरचना करतात. म्हणुन ते हिरा आणि ग्राफाईट सारखे विविध भौतिक आणि रासायनिक संरचना प्रदर्शित करतात. धन प्रावस्थेतील कार्बन अणु तीन स्फटीकीय अपरुपात असतो. ती अपरुपे हिरा, ग्राफाईट आणि बकमीनस्टर (diamond, graphite and buckminsterfullerene) फुल्लरीन आहेत.

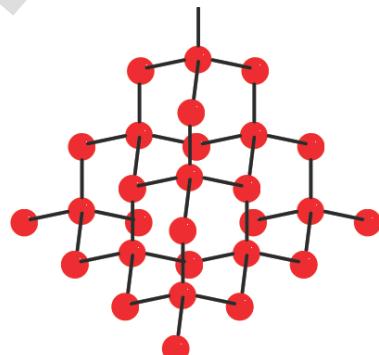
हिरा आणि ग्राफाईट सहसंयुज जाळीची संरचना तयार करते. ग्राफाईट आणि बकमीनस्टर घनरेणु आकारात हे C_{60} असतात. ही स्फटीकीय अपरुपे विविध संरचने असुन भिन्न भौतिक गुणधर्माचे असतात.

हिरा (Diamond)

हिच्यातील प्रत्येक कार्बन अणु उत्तेजीत स्थितीत sp^3 संकरण घडुन येते. म्हणुन प्रत्येक कार्बन अणु चतुष्कोनीय आकारात असतो. हिच्याची त्रिमितीय संरचना खालील दाखविल्या प्रमाणे आहे.



हिच्याची जालक संरचना

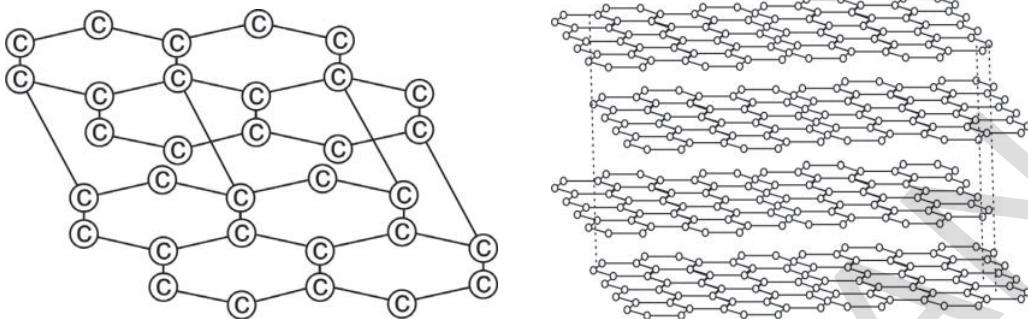


हिच्याची संरचना (Diamond structure)

हिच्यात C-C बंध खुप शक्तीशाली असल्यामुळे त्यांचा विरुप करण्यासाठी जास्त प्रमाणात उर्जा लागते. म्हणुन हिरा सर्वात कठिण पदार्थ म्हुणन ओळखल्या जातो.

ग्राफाईट (Graphite)

ग्राफाईट C-C बंधासोबत त्याच्या थरात न्हिमीतीय थराची संरचना निर्माण करते. तेथे थरामध्ये सापेक्षतेने दुर्बल परस्पर क्रिया केलेली असते.



कार्बन अणुची ग्राफाईट थरातील मांडणी

थराच्या संरचनेत, कार्बन अणु त्रिकोणीय प्रतलाच्या असतात. ही संरचना प्रत्येक sp^2 संकरीत कार्बन अणुत असते. sp^2 कक्षीकेमधील परस्पर क्रियेमुळे (एकमेकांना व्यापलेल्याने) C-C बंध तयार होतात. प्रत्येक कार्बन अणु एका असंकरीत 'p' कक्षीकेसोबत असतो. असंकरीत 'p' कक्षीका परस्पर क्रिया करून तयार झालेले π बंध संपुर्ण थरात विस्थापण करतात. या परस्पर क्रियांना थरामधील लंडन प्रकिर्णन बल (London dispersion forces) म्हणतात. ते 3.35 \AA या अंतरावर वेगळे होतात आणि पाण्याच्या रेणुच्या उपस्थितीमुळे दुर्बल झाल्याने ग्राफाईटला चिरणे सोपे जाते. या कारणामुळे ग्राफाईटचा वंगन (lubricant)म्हणुन आणि पेन्सीलमध्ये शिसे म्हणुन उपयोग करतो.

- पेन्सीलने कागदावर केलेल्या खुणा(लिहिने) तुम्ही कशा प्रकारे समजुन घेता?

आपण जेव्हा पेन्सीलने कागदावर लिहितो तेव्हा ग्राफाईटच्या थरामधील आकर्षन बिघडल्याने ग्राफाईटचा थर कागदावर राहातो. पेन्सीलचे चिन्ह कागदावर खोड रबराच्या मदतीने पुससे सोपे जाते. कारण ते थर कागदावर बलशाली बंध तयार करत नाही. π इलेक्ट्रान व्यवस्थेच्या विस्थापणामुळे ग्राफाईट हा चांगले विद्युत वाहक आहे.

बकमीनस्टर फुल्लरीन (Buckminsterfullerene ($_{60}\text{C}$))

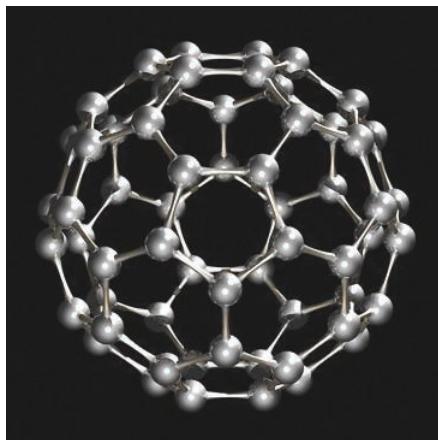
बकमीनस्टर फुल्लरीत (Buckminsterfullerenes) रेणु विविध परिमाणात असुन फक्त कार्बन अणुच्या घटकांनी बनलेले असतात. या रेणुच्या संरचने वरून पोकळ गोल, दिर्घवृत्तज किंवा संरचनेतील स्थितीज्ञानाच्या आधारे नलीका तयार होतात. निष्क्रिय वायुच्या वातावरणात कार्बन बाषफाचे संघनन होऊन फुल्लरीन तयार होतो.

(?) आपणास माहित आहे काय?

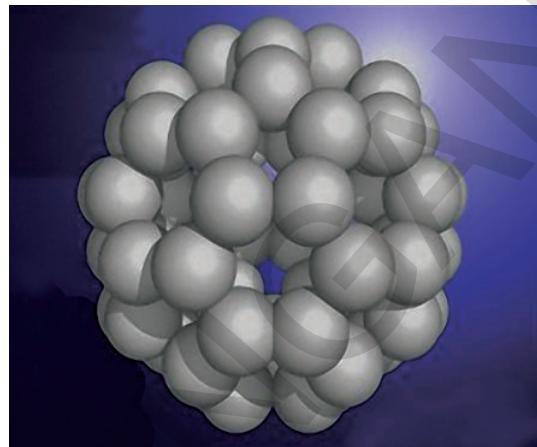
बकमीनस्टर फुल्लरीन किंवा संक्षिप्तपणे फुल्लरीनचा शोध 1985 मध्ये रॉर्बट एफ. कर्ल, हरोल्ड डब्ल्यु. कोरटो आणि रिचर्ड ई. स्माले (Robert F. Curl, Harold W. Kroto and Richard E. Smalley) यांनी सखेस विश्वविद्यापिठ्याच्या तिघांना 1996 मध्ये रसायन शास्त्रज्ञाना नोबल पुरस्कार मिळाला. रिचर्ड बकमीनस्टर, (बर्की) फुल्लर (Richard Buckminster “Bucky” Fuller) नावाचा शास्त्रज्ञ आणि शिल्पकारांनी तयार केले जीयोडेसीक निर्माण साम्य असल्यामुळे या रेणुना हे नाव देण्यात आले.

बकीबाल्स (Buckyballs) : गोलाकार फुल्लरेनसला बकीबाल्स म्हणतात.

बकीमीनस्टर फुल्लरीन ($_{60}\text{C}$) मध्ये जवळ जवळ गोलाकार $_{60}\text{C}$ रेणु सॉकर बाल च्या आकारात असतात.



बकमीनस्टर फुल्लरीन ($_{60}\text{C}$)



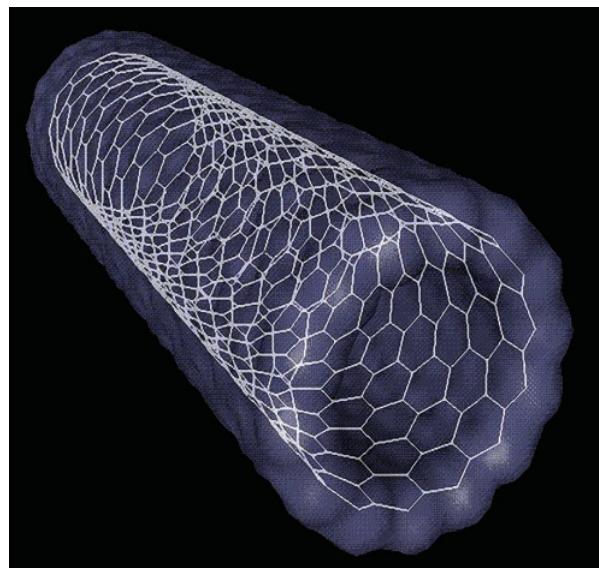
बकमीनस्टर फुल्लरीन ($_{60}\text{C}$) ची 3D संरचना

फुल्लरीन (Fullerene), $_{60}\text{C}$ रेणुच्या सॉकर बॉल (soccer ball) आकाराच्या वरच्या पृष्ठभागात 12 पंचुभुजीयच्या आणि 20 षटभुजीय पृष्ठ असतात. यामधील प्रत्येक कार्बन अणुत sp^2 संकरण कक्षीकेचा समावेश असतो.

वैद्यकीय क्षेत्रात फुल्लरीनच्या उपयोगा बद्दल सखोल अभ्यास सुरु आहे. विशिष्ट निरोधक शक्ती असलेल्या सुक्ष्मजंतुचा नाश, विशिष्ट कर्करोगाच्या (मेलेनोमा) (melanoma) कणांना नाश करण्यासाठी विशिष्ट रोग निरोधक औषधांची तयारी सुरु आहे.

नानो नलीका (Nanotubes)

कार्बनचे दुसरे अपरूपे नानो नलीका आहे. याचा शोध 1991 मध्ये सुमीयो ली जीम (Sumio Iijima) यांनी लावला. नानो नलीकेत कार्बन अनुच्या सहसंयुजबंधाचे षटमुखीय किरणे ग्राफाईट मधील शिट सारखे असतात. ग्राफाईटशीट सारखे सपाट नसुन नानो नलीकेत ते दंडगोलाकार गुंडाळून असतात. या कारणामुळे त्यांना नानो नलीका म्हणतात. नानो नलीका ग्राफाईट सारखे विद्युत वाहक आहेत आणि त्यास रेणुतार म्हणुन उपयोग करतात. घटकांना एकत्र जोडण्यासाठी परिपथामध्ये तांब्याच्या ऐवजी नानो नलीका वापरतात. शास्त्रज्ञांना सुक्ष्म कनांत कोणत्याही जिवांना प्रवेश करावयाचा असल्यास त्या जिव रेणुंना बारीक आणि पातळ नलीकेत पाठवुन त्याबदारे कणांत प्रवेश करते.



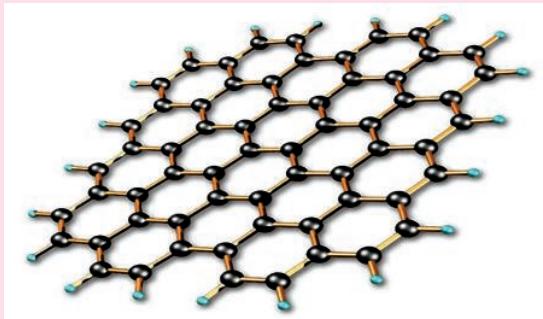
एकेरी भिंतीची कार्बनची नानो नलीका किंवा बकीटचुब

कार्बनचा अष्टपैलु स्वभाव (Versatile nature of carbon)

अठराव्या शतकात शास्त्रज्ञांनी संयुगामधील फरकास विस्तृत रूपात स्पष्ट करण्याचा प्रयत्न केला.

(?) आपणास माहित आहे काय ?

ग्राफीन (Graphene) - एक नविन अद्भुत पदार्थ



ग्राफाईट शिटची 3D दर्शवणुक



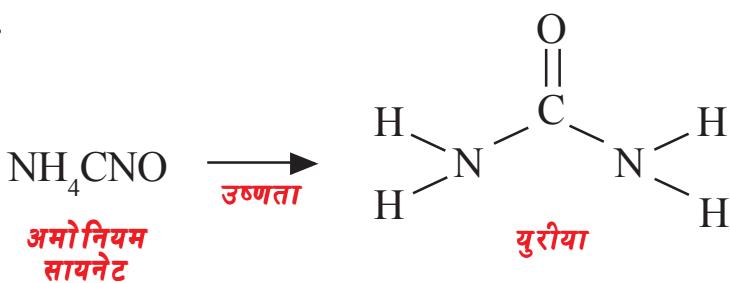
0.16 मी.ली.ग्र. क्युबीक से.मी. वजनाचा ग्राफीन एरोजेल तुकडा फुलावर ठेवला आहे.

त्याच्या नावाने दर्शविल्या प्रमाणे पेन्सील मध्ये वापरलेल्या ग्राफाईट पासून ग्राफिन तयार होतो. ग्राफाईट सारखेच ग्राफिन हा कार्बन अणुंनी बनलेला असतो. 1 मी.मी. जाड ग्राफाईट मध्ये 3 मीलीयन ग्राफिनचे थर असतात. कार्बन षटमुखी मधाच्या पोळेच्या तयारीत कार्बन 0.3 नानो मिटर जाडीत योग्य प्रमाणात वाटल्या जाते.

ग्राफीन तांब्या पेक्षा चांगले विद्युत वाहक आहे. ते पोलादापेक्षा 200 पट कठिण आहे आणि 6 पट हलके आहे. हे पुर्ण पणे प्रकाशात पारदर्शक असते.

जे. जे. बेर्जेलियस (*J. J. Berzelius* (1807)) ने सजिवापासून तयार होणाऱ्या संयुगांना सेंद्रीय संयुगे म्हणुन निर्जीव पदार्थापासून तयार केलेल्या पदार्थाना असेंद्रीय संयुगे म्हटले आहे. सेंद्रीय संयुगे सजिवांच्या देहातील प्राणशक्ती मुळे तयार होते असे त्यांना वाटले. निर्जीव पदार्थात ती शक्ती नसते. म्हणुन प्रयोग शाळेत त्यास कृत्रिम पद्धतीने तयार करण्याचे ठरविले.

एफ. व्होलर (*F. Wohler* (1828)) नावाच्या शास्त्रज्ञाने प्रयोग शाळेत असेंद्रीय लवन असलेल्या अमोनीयम सायनेट ला गरम करून युरीया (*Urea*) नावाचा सेंद्रीय संयुग तयार केला.





व्होलर फ्रेडरीक (Wöhler Friedrich) (1800 – 1882)

जर्मन रसायन शास्त्रज्ञ बेर्जीलीयसचा शिष्य व्होलर 1828 मध्ये सिल्वर सायनाईड आणि अमोनीयम क्लोराईडपासुन अमोनीयम सायनेट तयार करतांना अचानक युरीया तयार झाला. हेच पहिले तयार केलेले कार्बन संयुग आहे. त्याच्या अविष्कारावर तेव्हा सर्वांनी त्यावर विश्वास करून प्राणशक्ती सिधांतास (vitalism theory) खोटे सिध्द केले.

व्होलर त्याच्या प्रयोग शाळेच्या आधाराने युरीया आणि अमोनीयम सायनेट एकाच रासायनिक सुत्राचे असुन परंतु वेगवेगळ्या रासायनिक गुणधर्मचे असल्याचे शोधून काढले. यास सर्वांत अगोदरचा समघटना (isomerism) म्हणुन सांगु शकतो. युरीयाचे सांकेतीक सुत्र $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ आणि अमोनीयम सायनेटचे सांकेतीक सुत्र NH_4CNO असतात.

व्होलर प्रयोगाने प्रेरीत झालेले इतर शास्त्रज्ञ प्रयोग शाळेत मिथेन, एसीटिक एसीट इत्यादी संयुगांना यशस्वीपणे तयार केले. यामुळे सजीवापासुन जिव संयुगे तयार होते या भावनेला जोरदार धक्का बसला. हे रसायन शास्त्रज्ञांना कार्बन संयुगाची नविन व्याख्या करण्यासाठी त्यांना विचार करण्यास प्रवृत्त केले. सेंद्रीय संयुगाच्या मुलद्रव्याचे आणि निर्माणाचे निरिक्षण केल्यानंतर त्यांनी सेंद्रीय संयुगाना कार्बनची संयुगे म्हणुन व्याख्या केली. म्हणुन सेंद्रीय रसायन शास्त्रास पुर्णपणे कार्बन संयुगासाठी नेमण्यात आले.

- रसायनशास्त्राच्या एका विशेष विभागाला कार्बन, त्यांच्या संयोगा पदार्थाला प्रत्यक्षापणे एका शाखेत नेमणे बरोबर आहे का? कोणत्याही प्रकारच्या मुलद्रव्याना अशी विशेष शाखा नेमली नाही. याचे समर्थन तुम्ही कसे कराल?

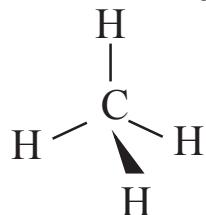
आपणास समजून आले की, सर्व रेणु जीवणास शक्य बनविते जसे कार्बोहायड्रेड्स, प्रोटीन्स, न्युक्लीयक आम्ल, चर्बी, हारमोन्स आणि जिवनसत्व इत्यादी मध्ये कार्बन असते. जिव व्यवस्थेत घडुन येणाऱ्या सर्व रासायनिक क्रिया कार्बन संयुगांशी सबंधीत आहेत. निसर्गापासुन मिळणारे अन्न, विविध औषधी, कापुस, दुध, कृत्रिम रबर सुधा कार्बन संयुगे आहेत. म्हणुन असंख्य संयुगात कार्बन हा विशेष मुलद्रव्य आहेत.

मालीका बंधन (Catenation)

कार्बनची दुसरी विशेषता म्हणजे इतर कार्बन अणुशी सर्वांत लांब साखळी तयार करण्याचे सामर्थ्य असणे, जर कोणताही मुलद्रव्य त्याच्या स्वताःच्या अणु मध्ये बंध निर्माण करून मोठा रेणु तयार करतो या गुणधर्माला मालीका बंधन (catenation) म्हणतात. कार्बनला सर्वांत लांब साखळी बनविण्याचे सामर्थ्य आहे. त्या साखळीत रेणुमध्ये मिलीयन कार्बन अणु असतात. प्रोटीन्स, सल्फर, फास्फरस आणि काही अधातु मध्ये हा गुणधर्म खुप कमी प्रमाणात असतो.

कार्बन खालील प्रमाणे बंध निर्माण करू शकतात हे तुम्हाला समजून आले.

a) चार एकेरी सहसंयुज बंध



b) दुहेरीबंध आणि दोन ऐकरी सहसंयुग बंध



c) एकेरी सहसंयुग बंध आणि तिहेरीबंध ($-\text{C}\equiv\text{C}-$) किंवा दोन दुहेरीबंध ($\text{C}=\text{C}$) त्याच्या अणुसोबत किंवा इतर मुलद्रव्याशी त्यांची चर्तु संयुजता संतृप्त करते.

कार्बनच्या विविध प्रकारे बंध तयार करण्याच्या या सामार्थ्यामुळे तो निसर्गाचा अष्टपैलु मुलद्रव्य बनला. म्हणुन कार्बनचे सामर्थ्य 1) असंख्य संयुगे निर्माण करणे 2) केटेनेशन दाखविणे 3) विविध प्रकारचे बंध तयार करणे यामुळे निसर्गाचा अष्टपैलु मुलद्रव्य बनला.

हायड्रोकार्बन्स (Hydrocarbons)

- हायड्रोकार्बन्स म्हणजे काय?

संयुगाच्या रेणुत फक्त कार्बन आणि हायड्रोजन अणु असल्यास त्यास हायड्रोकार्बन्स (*hydrocarbons*) असे म्हणतात.

हायड्रोकार्बन संवृत्त शृंखंला हायड्रोकार्बन आणि विवृत्त शृंखंला हायड्रोकार्बन (*open chain hydrocarbons and closed chain hydrocarbons*) अशा दोन विभागात त्याचे वर्गीकरण करण्यात आले. विवृत्त हायड्रोकार्बन्सला एलीफेटीक हायड्रोकार्बन (*aliphatic hydrocarbons*) किंवा विवृत्त शृंखंलायुक्त हायड्रोकार्बन्स (*acyclic hydrocarbons*) म्हणतात.

विवृत्त आणि संवृत्त शृंखंला हायड्रोकार्बन्स (Open and closed chain hydrocarbons)

खाली दिलेल्या विविध प्रकारच्या हायड्रोकार्बन्सच्या निर्माणाचे निरक्षण करू या.

1) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ n-पेटेन, सरळ शृंखंला संयुग

2) $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$. आयसो पेटेन, शाखा शृंखंला संयुग

3) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \end{array}$ सायक्लो पेटेन चक्रिय संयुग किंवा वल्य संयुग

$$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_2 \\ \backslash \quad / \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \\ | \quad | \\ \text{CH}_2 \end{array}$$

- वरील सर्व संयुगात समान संख्येत C आणि H अणु असतात का?

पहिल्या उदाहरणात सर्व कार्बन अणु एक दुसऱ्यास जुळून रेषीय संरचना तयार झाली. दुसऱ्या उदाहरणात चार कार्बन अणु रेषीय रूपात जुळलेले आहे आणि पाचवा कार्बन अणु मुख्य शृंखलेतील एका कार्बनशी जुळून शाखा तयार झाली. तिसऱ्या उदाहरणात कार्बन शृंखला संवृत्त होऊन वल्य रूपात तयार झाली. म्हणन हे संवृत्त शृंखंला हायड्रोकार्बन्स किंवा वल्य हायड्रोकार्बन्स आहे.

सर्व हायड्रोकार्बन्स (एलीफेटीक आणि चक्रिय हायड्रोकार्बन) पुन्हा अल्केन्स, अल्कीन आणि अल्काईन मध्ये विभागले आहे.

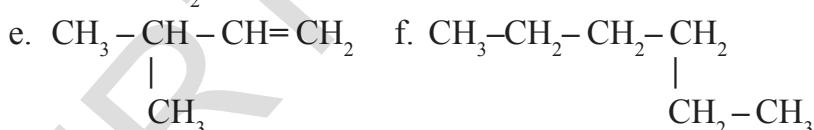
- 1) कार्बन अणुमध्ये फक्त एकेरी बंध असल्यास अशा हायड्रोकार्बन्सला आल्केन (*Alkanes*) असे म्हणतात.
- 2) कार्बनच्या अणुमध्ये कमीत कमी एक दुहेरीबंध असल्यास अशा हायड्रोकार्बन्सला आल्कीन (*Alkenes*) असे म्हणतात. आणि
- 3) कार्बन अणुमध्ये एक तिहेरी बंध असल्यास अशा हायड्रोकार्बन्सला आल्काईन (*Alkynes*) असे म्हणतात.

संपृक्त आणि असंपृक्त हायड्रोकार्बन्स Saturated and unsaturated hydrocarbons

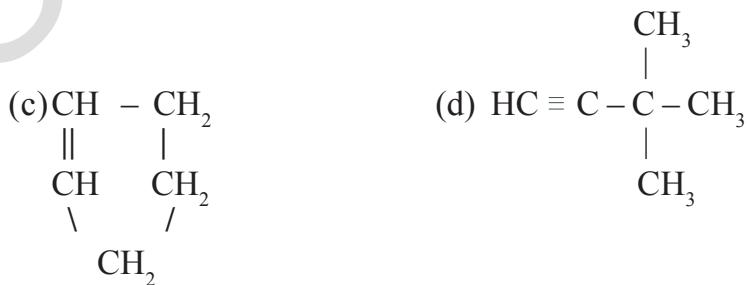
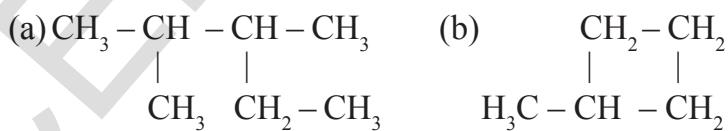
हायड्रोकार्बन मध्ये फक्त C–C एकेरी बंध असल्यास त्यास संपृक्त हायड्रोकार्बन्स (*saturated hydrocarbons*) म्हणतात. सर्व आल्केन संपृक्त हायड्रोकार्बन्स आहेत. हायड्रोकार्बनच्या कार्बन अणुमध्ये कमीत कमी एक दुहेरीबंध (C=C) किंवा कमीत कमी एक तिहेरीबंध (C≡C) असल्यास त्यास असंपृक्त हायड्रोकार्बन्स (*unsaturated hydrocarbons*) म्हणतात. आल्कीन आणि आल्काईन हे असंपृक्त हायड्रोकार्बन्सची उदाहरणे आहेत.

सरळ शृंखला, शाखा शृंखला आणि संवृत्त शृंखला हायड्रोकार्बन संयुगे संपृक्त किंवा असंपृक्त असु शकतात. खालील उदाहरणे पाहा.

- 1) खालील पैकी कोणती संयुगे असंपृक्त आहेत ते सांगा ? तुमच्या उत्तराचे स्पष्टीकरणद्या



- 2) खालील संयुगामधील शाखायुक्त शृंखला आणि संवृत्त शृंखला संयुगे ओळखा.



इतर मुलद्रव्याशी कार्बनचे बंधन (BINDING OF CARBON WITH OTHER ELEMENTS)

कार्बन आणि हायड्रोजनच्या संयुगाना हायड्रोकार्बन (hydrocarbons.) असे म्हणतात. हे आपण माहित केले.

- कार्बन इतर मुलद्रव्याच्या अणुशी बंध निर्माण करते का?

कार्बन हा हायड्रोजन अणुशी नाही तर इतर मुलद्रव्याच्या अणुशी सुधा बंध निर्माण करतो. जसे आक्सीजन, नायट्रोजन, सल्फर, फास्फोरस, हॉलोजन इत्यादी, कार्बन इतर मुलद्रव्याच्या अणुशी तयार होणारी संयुगे पाहू या.

C, H, X. शी तयार होणारी कार्बन संयुगे (Carbon compounds with C, H, X.)

- संयुगात असलेले C, H, X येथे 'X' हे हॉलोजन दर्शविते. (Cl, Br, I अणु).

अणु: CH_3Cl , $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{Br}$, $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{I}$, $\text{CH}_3-\text{CHCl}_2$

यास हायड्रोकार्बनची हॉलोजन उत्पादीते म्हणतात किंवा हॉलो हायड्रोकार्बन्स म्हणतात.

C, H, O. शी तयार होणारी कार्बन संयुगे (Carbon compounds with C, H, O.)

- C, H, O असलेली संयुगे विविध प्रकारची असतात.

अल्कोहल (Alcohols)

H_2O रेणुमधील हायड्रोजन अणु 'R' ने प्रतिक्षेपीत झाल्यास आपणास R-OH येते.

हायड्रोकार्बन्स मध्ये -OH गट असल्यास त्यास आल्कोहल म्हणतात. खालील उदाहरणे पाहू या.

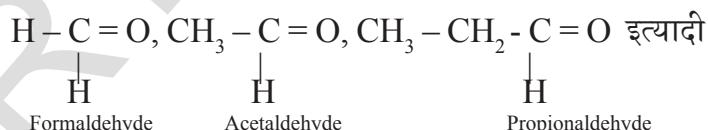
CH_3OH , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3$ इत्यादी.

आल्कोहलचे साधारण सुत्र R-OH आहे. यात 'R' हे आकलाईल गट (alkyl group)

$\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$ आहे.

आल्डीहाइड्स (Aldehydes)

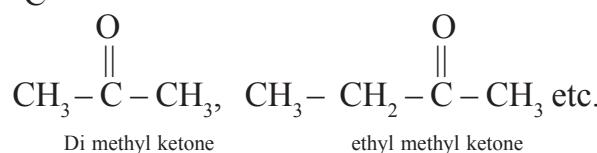
-CHO फंक्शनल ग्रुप असलेल्या हायड्रोकार्बन्सला आल्डीहाइड्स म्हणतात. खालील उदाहरणाचे निरक्षण करा.



आल्डीहाइड्स चे सुत्र R-CHO, येथे R = आल्काईक ग्रुप किंवा हायड्रोजन आणि -CHO फंक्शनल ग्रुप (कार्यकारी गट)

किटोन्स (Ketones)

हायड्रोकार्बन सोबत $\overset{\text{O}}{\underset{\text{C}}{\text{>}}}=\text{C}$ कार्यकारी समुह असल्यास त्यास किटोन्स म्हणतात.



$\overset{\text{C}}{\underset{\text{C}}{\text{>}}}=\text{C}=O$ ग्रुप (समुह) ला किटोन्स ग्रुप असे म्हणतात. (सामान्य पद्धत)

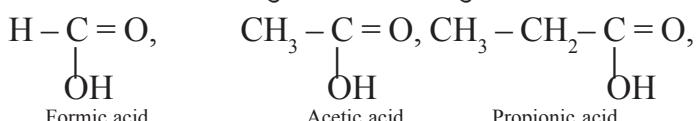
किटोन्सचे साधारण सुत्र $R'>C=O$ आहे.

R आणि R' हे आल्काइल ग्रुप असुन ते समान किंवा भिन्न असु शकते.

कारबाक्सीलीक आम्ले (Carboxylic acids)

कारबाक्सीलीक आम्लाचे रेणु सुत्र $R-COOH$ आहे.

येथे R हा आल्काईल ग्रुप किंवा H अणु आहे.



$-C=O$ या समुहाला कार्बाक्सील समुह (*carboxyl group.*) म्हणतात.



इथर्स (Ethers)

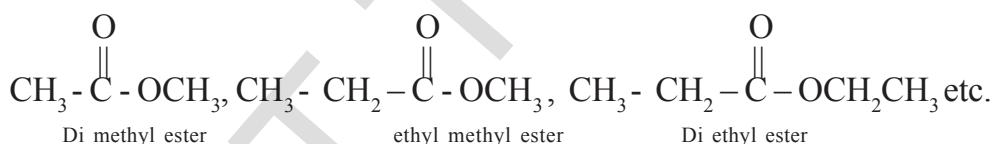
इथर्स हे पाण्याच्या H_2O रेणुशी संबंधीत कार्बन संयुगे आहे. पाण्याच्या रेणुतील दोन हायड्रोजन अणुचे दोन समान किंवा भिन्न आल्काईल समुहाव्यारे प्रतिक्षेपण झाल्यास इथर्स तयार होते.

उदा: CH_3-O-CH_3 , $CH_3-CH_2-O-CH_3$, $CH_2=CH-O-CH_3$ etc.

Di methyl ether ethyl methyl ether methyl vinyl ether

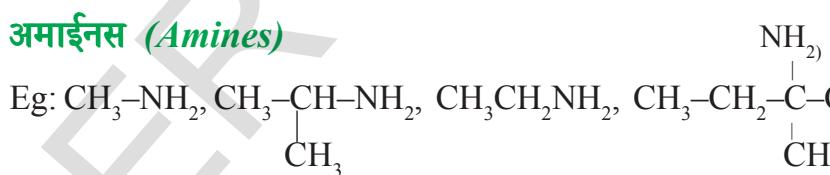
इस्टर्स (Esters)

ही संयुगे काबाक्सीलीक आम्ला पासुन मिळविलेली संयुगे आहेत. $-COOH$ चा हायड्रोजन अणु 'R' व्यारा प्रतिक्षेपीत झाल्यास इस्टर्स मिळते.



C, H, N असलेली संयुगे (Compounds containing C, H, N)

अमाईन्स (Amines)



- NH_2 समुहाला अमाईन्स समुह (*amine group*) म्हणतात. आपण अमाईन्स समुहाची NH_3 शी तुलना करू शकतो. जर ROH पासुन $R-O-R'$ आणि H_2O तयार केल्यास

जर NH_3 मधील एक हायड्रोजन अणु आल्काईल समुहाव्यारे प्रतिक्षेपतीत झाल्यास येणाऱ्या संयुगाला प्राथमिक अमाईन्स म्हणतात. जर NH_3 मधील दोन हायड्रोजन अणु दोन आल्काईल ग्रुपव्यारे (सारखे किंवा भिन्न) प्रतिक्षेपण झाल्यास ब्दितीय अमाईन्स येतात आणि जर सर्व तिन्ही हायड्रोजन अणु सारखा किंवा भिन्न आल्काईल ग्रुप व्यारे प्रतिक्षेपण झाल्यास तृतीय अमाईन्स मिळवू शकतो.



कार्बन संयुगातील कार्यकारी गट (FUNCTIONAL GROUPS IN CARBON COMPOUNDS)

एका कार्बन संयुगाचे गुणधर्म मुख्यता रेणु मधील एका अणुवर किंवा अणुच्या गटावर अवलंबन असते यालाच कार्यकारी गट (*functional group.*) असे म्हणतात.

कार्बनी संयुगे त्यामधील कार्यकारी गटाच्या आधारे वर्गीकृत केले. कार्यकारी गटात त्या कार्बनी संयुगाच्या वर्तणुकीला कारणीभूत ठरते. एकाच प्रकारचा क्रियात्मक गट असलेली संयुगे एकाच प्रकारच्या क्रियेत भाग घेतात.

समघटना (Isomerism)

खालील दोन संरचना पाहा.



- त्याची संरचना कशी आहे? ती सारखीच आहे का?
 - (a) आणि (b) संरचनेत किंती कार्बन आणि हायड्रोजनचे अणु आहेत?
 - (a) आणि (b) साठी संद्रवण रेणु सुत्रे लिहा? त्याचे रेणु सुत्र सारखेच आहे का?
(तुमच्या शिक्षकाच्या मदतीने वरील उदाहरणातील संयुगाची नावे द्या).
- पहिल्या संरचनेला ब्युटेन (*butane*) (किंवा) सामान्य पद्धतीने एन- ब्युटेन (*n-butane*) म्हणतात.

दुसऱ्या संरचनेला 2- मिथाईड प्रोपेन (*2-methyl propane*) किंवा आयसो ब्युटेन (*iso-butane*) सामान्य पद्धतीत म्हणतात.

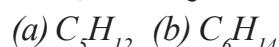
निसर्गात ही दोन्ही संयुगे आढळतात. त्याच्या संरचनेत फरक असल्यामुळे त्यांचे गुणधर्म वेगवेगळे असतात. एकच रेणुसुत्र असुन भिन्न गुणधर्म असणाऱ्या संयुगाना समघटक (*isomers*) म्हणतात.

एकच रेणुसुत्र असलेल्या संयुगाची वेगवेगळी गणुधर्म असलेल्या घटनेला समघटना (*isomerism*) म्हणतात. समघटना दाखविणाऱ्या संयुगांना समघटक (*isomers*) असे म्हणतात..

(*iso* = सारखा; *meros* = भाग म्हणजे सारखे रेणु सुत्र)

वरील उदाहरणात संरचनेत फरक असल्यामुळे समघटना तयार होते यालाच संरचनात्मक समघटना (*structural isomerism*) असे म्हणतात.

खाली दिलेल्या कार्बन संयुगाची वेगवेगळी संरचना काढून प्रत्येकातील समघटांना नावे द्या. (यासाठी तुमच्या शिक्षकांची मदत घ्या.)



समजाती मालीका(श्रेणी) (Homologous series)

आतापर्यंत आपण कार्बन शृँखला आणि कार्यकारी गटाच्या आधारे कार्बनी संयुगाचे वर्गीकरण केले. समजाती मालीकावरून आणखी काही एका प्रकारात वर्गीकरण करता येते.

कार्बन संयुगाच्या मालीकेतील दोन क्रमागत संयुगामधील फरक $-CH_2$ एकक असतो यालाच समजाती मालीका (*homologous series*) असे म्हणतात.

उदा: 1) $CH_4, C_2H_6, C_3H_8 \dots$

2) $CH_3OH, C_2H_5OH, C_3H_7OH \dots$

वरील मालिकेचे निरिक्षण केले असता प्रत्येक दोन क्रमागत संयुगातील फरक $-CH_2$ एकक आहे हे लक्षात येते.

कार्बनी संयुगाच्या समजाती मालीकेत खालील गुण वैशिष्ट्ये असतात.

1) त्याचे साधारण सुत्र एकच असते.

उदा: अल्केन्स (C_nH_{2n+2}); अल्काईन्स (C_nH_{2n-2}); अल्कोहल्स (C_nH_{2n+1})OH etc.

2) मालीकेतील क्रमागत संयुगामधील फरक ($-CH_2$) एकक असतो.

3) सारख्या क्रियात्मक गटामुळे त्यांचे रासायनिक गुणधर्म सारखेच असतात.

उदा. आल्कोहल, आल्डीहाईड्स, कार्बोक्सीलीक आम्ल इत्यादी मध्ये कार्यकारी गट असतात $C-OH$, $C-CHO$ आणि $C-COOH$ असतात.

4) त्यांच्या भौतिक गुणमधर्ति क्रमवार बदल दाखविते. (तत्त्वा - 1 पाहा)

उदा. आपण आल्केन, आल्कीन, आल्काईन, आल्कोहल, आल्डीहाईड्स आणि कारबाक्सीलीन आम्ल, इत्यादी समजाती मालीका म्हणुन घेऊ शकतो. समजाती मालीकेच्या वैयक्तीक सदस्यांना समजाती (*homologs*) म्हणतात.

खालील तत्त्वामध्ये 1,2 आणि 3 चे निरिक्षण करा. ते तीन वेगवेगळ्या समजाती मालीका दर्शवितात.

तत्त्वा -1: आल्केनची समजाती मालीका(श्रेणी).

अल्केन	रेणुके सुत्र	संरचना	कार्बनची संख्या	उत्कलन बिंदु	वितळण बिंदु($^{\circ}C$)	घनता ($g ml^{-1}$ at $20^{\circ}C$)
मिथेन	CH_4	H- CH_2 -H	1	-164	-183	0.55
इथेन	C_2H_6	H-(CH_2) ₂ -H	2	-89	-183	0.51
प्रोपेन	C_3H_8	H-(CH_2) ₃ -H	3	-42	-189	0.50
ब्युटेन	C_4H_{10}	H-(CH_2) ₄ -H	4	0	-138	0.58
पॅटेन	C_5H_{12}	H-(CH_2) ₅ -H	5	36	-136	0.63

या आल्केनच्या समजाती मालीकेचे साधारण सुत्र C_nH_{2n+2} , आहे. येथे $n = 1,2,3\dots$

तत्ता -2 : आल्कीनची समजाती मालीका

आल्केन	कार्बनची संख्या	रचना	सुत्र
इथेन	2	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	C_2H_4
प्रोपेन	3	$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$	C_3H_6
ब्युटेन	4	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$	C_4H_8
पेंटेस	5	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$	C_5H_{10}

आल्केनचे सामान्य रेणुसुत्र C_nH_{2n} , आहे. येथे 'n' is 2, 3, 4, ...

तत्ता -3: आल्काईनची समजाती मालीका (श्रेणी)

आल्काईन	कार्बनची संख्या	संरचना	सुत्र
इथाईन	2	$\text{HC}\equiv\text{CH}$	C_2H_2
प्रोपाईन	3	$\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH}$	C_3H_4
ब्युटाईन	4	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH}$	C_4H_6
पेनटाईन	5	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH}$	C_5H_8

आल्काईनचे सामान्य सुत्र $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$, आहे. येथे 'n' is 2, 3, 4, ...

कार्बनी संयुगाचे नामकरण (Nomenclature of organic compounds)

कार्बनी संयुगे काही मिलीयन संख्येत आहे. कार्बनी संयुगाची संख्या अतिशय जास्त असल्यास वैयक्तीक पणे त्यांची आठवण ठेवणे कठीण जाते. या समस्येवर मात करण्यासाठी त्यांचे योग्य रितीने नाव ठेवले पाहिजे. यासाठी (International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) या संस्थेची स्थापना झाली.(अंतराष्ट्रीय शुद्ध आणि उपयोगी रसायन शास्त्र संस्था) या संघटनेचे कार्य म्हणजे कार्बन आणि अकार्बनी संयुगाचे व्यवस्थीपणे नामकरण करणे. या नामकरणाचा उद्देश म्हणजे जगात कुठेही या दिलेल्या संरचनेला एकच नाव असले पाहिजे. आणि त्यांची संरचना सुधा जगात एकच असली पाहिजे. कार्बनी संयुगाच्या IUPAC नामकरणामुळे खालील माहिती मिळते.

1) **मुळ पद:** रेणुतील कार्बनअणुच्या संख्येच्या या भागास मुळ पद असे म्हणतो.

C_1 - Meth; C_2 - eth; C_3 - prop; C_4 - but; C_5 -pent; C_6 - hex;
 C_7 - hept; C_8 -oct; C_9 -non; C_{10} - dec आणि अशाप्रकारे

2) **उपसंर्ग (Prefix):** रेणुतील प्रतियोजीला उपसंर्गासारखे दाखवितात. (**prefix**)

3) **प्रत्यय (Suffix):** रेणुतील कार्यकारी गटास प्रत्ययाब्दारे दाखविले जाते. (**suffix**)

2. **उपसंर्ग (Prefix):** उपसगाचे पुन्हा काही भाग आहेत. ते प्राथमिक उपसंर्ग, व्दितीय उपसंर्ग, संख्यात्मक उपसंर्ग आणि संज्ञात्मक उपसंर्ग आहेत.

प्राथमिक उपसंर्ग: हा सायक्लो ('cyclo') याचा उपयोग फक्त चक्रीय संयुगात होतो. त्याचे गणुधर्म एलीफेटीक संयुगा सारखे असतात. संयुगे चक्रीय नसल्यास या नावाचा उपसंर्ग नसतो.

विंतीय (दुष्प्रम) उपसंग: हे दुसऱ्या स्तराच्या कार्यकारी गटाबद्दल माहिती देते त्यास प्रतियोजी म्हणतात. ते हॅलोजन्स ('halogens') आहेत यास हॅलो (halo) असे लिहितात. आल्काइल गट (R) अणि अल्काकसी गट (-OR) इत्यादीस अल्काईल, आल्काकसी असे लिहितात.

संज्ञात्मक उपसंग: जेव्हा सारखे प्रतियोजी अनेक बंध किंवा कार्यकारी गट दोनदा, तीनदा पुनरावृत्त होतात, त्यास संज्ञात्मक उपसंग म्हणतात. त्यास डाई, ट्राई, टेट्राने दर्शवितात.

संख्या उपसंग: यामध्ये कोणता संयुगाचा कोणता प्रतियोजी, अनेक बंध किंवा कार्यकारी गट जुळलेले आहे.

3. प्रत्यय (Suffix): याच्यात सुधा काही भाग असतात. ते भाग प्राथमिक प्रत्यय, विंतीय प्रत्यय, संज्ञात्मक प्रत्यय आणि संख्या प्रत्यय इत्यादी

प्राथमिक प्रत्यय (Primary suffix) संयुगाच्या संपृक्ताविषयी सांगते. संपृक्ता (C-C) साठी 'an' आणि कार्बन अणु हे एकमेकांस संयुगातील एकेरी बंधामुळे जुळलेले असतात.

असंपृक्त (C=C) दुहेरी बंधाच्या संयुगासाठी इन 'en' आणि असंपृक्त तिहेर (C C) बंधाच्या संयुगासाठी यन 'yn' प्रत्यय जोडल्या जाते.

विंतीय प्रत्यय हे त्यातील कार्यकारी गटा बद्दल सांगते.

उदाहरणार्थ	हायड्रोजनसाठी 'e'
	आल्कोहल साठी ' -ol '
	आल्डीहाईड्स साठी ' -al '
	किटोन्स साठी ' -one ' आणि
	कारबाक्सीलीक आम्लासाठी ' -oic आम्ल'

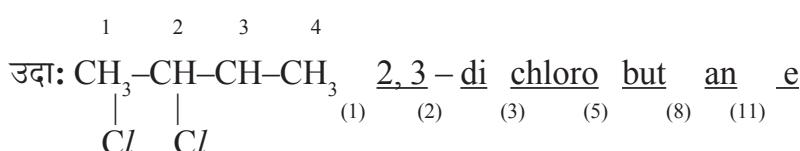
विं, त्रि.(di, tri) सारख्या संज्ञात्मक उपसंगना विंतीय उपसंग प्राथमिक प्रत्यये आणि विंतीय प्रत्ययासाठी लिहितात. जेव्हा सारखा प्रतियोजी(substituent) अनेक बंध किंवा कार्यकारी गट दोनदा, तिनदा पुनरावृत्त होते यास विं, त्रि, (di, tri) असे लिहितात. संयुगाचा कोणता प्रतियोजी, अनेक बंध किंवा कार्यकारी गट जुळलेले आहेत. हे संख्येव्यापारे हे सांगता येते.

कार्बन संयुगाची नावे ठेवण्यासाठी खालील क्रम पाठला पाहिजे. तो क्रम खालील प्रमाणे आहे.

संख्या-	संज्ञात्मक उपसंग-	विंतीय उपसंग-	प्राथमिक उपसंग-	मुळपद-	संख्या
1	2	3	4	5	6
संज्ञात्मक उपसंग-	प्राथमिक प्रत्येय-	संख्या-	संज्ञात्मक उपसंग-	आणि विंतीय प्रत्यय	
7	8	9	10	11	

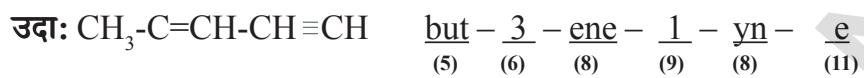
(1), (2), (3); (6), (7), (8) आणि (9), (10) आणि (11) मध्ये तुम्हाला कोणता फरक आढळून येतो?

(1), (2) या संख्या आणि संज्ञात्मक दर्शवणुक असुन यास विंतीय उपसंगसाठी लिहितात. हे दुसऱ्या स्तराच्या कार्यकारी गटातील स्थान आणि पुनरावृत्ती झालेली सांगते यास प्रतियोजी (substituents) म्हणतात.



(6) आणि (7) हे संयुगाच्या रेणु संरचनेतील बहुबंधाचे स्थान आणि पुनरावृत्तीना सुचवितात. हे प्राथमिक प्रत्यया (8) शी संबंधीत असून संयुगाच्या असंपृक्तते बद्दल कळवितात.

5 4 3 2 1



(9) आणि (10) हे कार्यकारी गटाचे स्थान आणि पुनरावृत्तां बद्दल सांगतात. किंवा बहुकार्यकारी संयुगातील मुख्य कार्यकारी गटाविषयी कळवितात. या संख्या कोणत्या कार्बन गटातील आहेत किंवा त्या किती वेळा पुनरावृत्त झाल्या ही माहिती देतात. जर कार्यकारी गट एकदाच आला असता मोनो (mono) लिहिण्याची गरज नाही. म्हणुन संज्ञात्मक उपसंर्ग त्यामध्ये नसल्यास कार्यकारी गट पुनरावृत्त होत नाही हे समजू शकतो. अशारीतीने एलीफेटीक संयुगाच्या नावात मुळपद (5) प्राथमिक प्रत्यय (8) आणि व्दितीय प्रत्यय (11) नक्कीच असतात आणि इतर असु शकते किंवा नसु शकते.



विरामचिन्ह (Punctuation): संख्यांना स्वल्पविरामाव्दारे (,) आणि संज्ञाना संयोगा चिन्हाव्दारे (hyphen(-)) वेगळे करता येतात.

समजा संरचनेत एका पेक्षा जास्त प्रतियोजी असल्यास त्यांची नावे लिहीतांना अक्षरांचा क्रमाचा नियम पाढला पाहिजे. यासाठी संज्ञात्मक उपसंर्ग विचारात घेऊ नये. प्रतियोजी: X (हॅलो), R (अल्काईल), -OR (आल्काक्सी), -NO₂ (नायट्रो), NO (नायट्रोसो) इत्यादी.

जर कोणत्याही संरचनेत एका पेक्षा जास्त कार्यकारी गट असल्यास त्यामधील मुख्य कार्यकारी गटाची निवड करून त्यास व्दितीय प्रत्ययासारखे लिहिता येते. सर्व इतर कार्यकारी गट प्रतियोजी(प्रतिक्षेपक) बनतात.

कार्यात्मक गटास प्राधान्या वरून निवड करण्यासाठी आणि नावे देण्यासाठी मुख्य गणुवैशिष्टे असलेल्या गटास उतरत्या क्रमात लिहिले पाहिजे.यास व्दितीय प्रत्ययाच्या रूपात लिहीले पाहिजे.



तत्त्वा -4:

काही महत्वाचे वैशिष्ट्ये असलेल्या कार्यकारीगटासाठी उपसंग आणि प्रत्यय खाली दिलेले आहे.

वर्ग	सुत्र	उपसंग (Prefix)	प्रत्यय (Suffix)
आम्ल हालाईड्स	-COX (Where X is halogen atom)	हलेकार्बोनील	कारबोनिल हालाईड
	-(C)O-X		ओइक हालाईड
आल्कोहल	-OH	हायड्रोक्सी	ओल
आल्डीहड्स	-CHO	फरमाईल	कारबाल्डीहाईड
अमाईड्स	-(C)HO	आक्सो	-अल
	-CONH ₂	कारबामोइल	कारबोक्सामाईड
	-(C)ONH ₂	आक्सो	-अल
अमाईन्स	-NH ₂	अमायनो	अमाईन
कार्बाक्सीलीक आम्ल	-COOH	कारबाक्सी	कारबोक्सालीक आम्ल
	-(C)OOH		ओइक आम्ल
इथर्स	-OR	(R)आक्सो	
इस्टर्स	-COOR	आक्सीकारबोनील	(R)...कारबोझेलेट
	(C)OOR	R - आक्सीकारबोनील	(R)... ओएट
किटोन्स	-C = O	आक्सो	-वन
नायट्राईल्स	-CN	सायनो	- कारबोनायट्राईल
	-(C)N		नायट्राईल

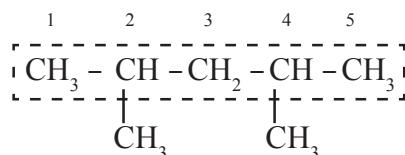
कार्बन अणुंची मोजणी किंवा क्रमांक देणे (Numbering carbon atoms)

1) कार्बन अणुंना डावीकडून उजवीकडे किंवा उजवी कडून डावी कडे कसेही नंबर देऊ शकतो. प्रतिक्षेपण (प्रतियोजी) आणि कार्यकारी गट असलेल्या स्थानाला सुचविणारी संख्या शक्यतो कमी असली पाहिजे.

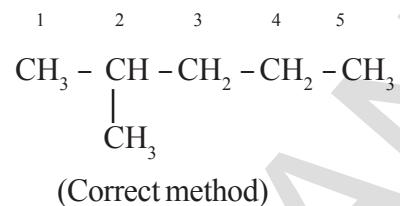
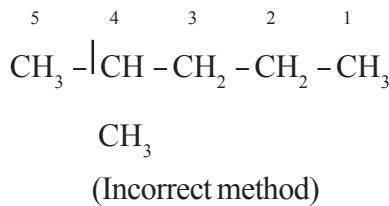
2) जर नियम (1)न पाळल्यास कार्यकारी गटाच्या कार्बनला सर्वात लहान संख्या द्यावी लागते.

3) कार्बन अणुच्या साखळीच्या शेवटास कार्यकारी गट असल्यास उदा.-CHO, किंवा -COOH या सारख्या गटाला नेहमी (1) आणि (2) नियम न पाळल्यास नेहमी 1 संख्या द्यावे.

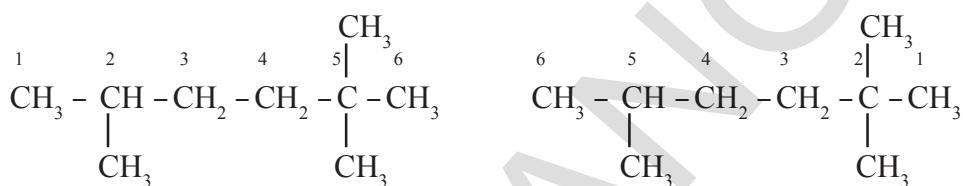
लांब साखळीचा नियम: कार्बनच्या जणक साखळीची निवड करा. सर्व कार्बन अणुच्या साखळीच्या घटकातील साखळीचे घटक बाजुची साखळी किंवा फांदीची साखळी आहे.



कमीत कमी संख्यांचा नियम: कार्बनच्या संयुगात कार्बन अणुचा फक्त एकच घटक असा असतो, की घटक वाहुन नेणारा कार्बन अणु लहान संख्या प्राप्त करतो.



लहान बेरजेचा नियम: जर जणक साखळीतील कार्बन संयुगात दोन किंवा त्यापेक्षा घयक हे त्यामधील शेवटाकडून जास्त कार्बन घटकांची लहान बेरीज मिळविते.



अक्षर क्रम: जेंव्हा दोन किंवा त्यापेक्षा जास्त विभिन्न गट असतात, अशा गटांना क्रमात मांडल्या जाते.

कृती 1

खाली दिलेल्या संयुगाच्या नावाचे निरिक्षण करून दिलेल्या रिकाम्या जागेत कारणे लिहा.

वर दिलेल्या सुचकावरून दिलेल्या नावाचे विभागणी करून त्या नावातील भाग वर दिलेल्या (1) ते (11) संख्याव्दारे ओळखा आणि तुमच्या वहीत नोंद करा.

(यासाठी तुमच्या शिक्षकांची मदत घ्या.)

सुचकावरून नावाची विभागणी करण्याचे मार्गदर्शन करण्यासाठी तुम्हाला एक उदा. दिले

❖ $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$: ब्युटेन

❖ $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$: ब्युट-1-इन

❖ $\text{CH}_3-\underset{\substack{1 \\ | \\ Cl}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$: 2-क्लोरो ब्युटेन

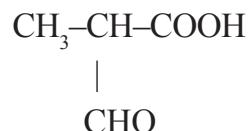
❖ $\text{CH}_3-\underset{\substack{1 \\ | \\ Cl}}{\text{CH}}-\underset{\substack{2 \\ | \\ Cl}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$: 2,3-डायक्लोरो ब्युटेन

- 4 3 2 1
- ❖ $\text{CH}_3\text{--CH=CH=CH}_2$: बुटा 1, 2-डाईन
- 4 3 2 1
- ❖ $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--OH}$: व्युटन - 1 - ol
- 4 3 2 1
- ❖ $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CHO}$: व्युटनाल
- ❖ $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--COOH}$: व्युटनोईक आम्ल
- ❖
$$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{--CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_2\text{--CH}_2 \end{array}$$
 : सायकलो व्युटेन
- ❖
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{--C}\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_3 \\ || \\ \text{O} \end{array}$$
 : पेंटान - 2 - ओन
- ❖
$$\begin{array}{c} \text{Br} \quad \text{Br} \\ | \qquad | \\ \text{CH} \text{--} \text{CH} \\ | \qquad | \\ \text{CH}_2 \text{--} \text{CH}_2 \end{array}$$
 : 1,2-द्रायब्रामो व्युटेन
- ❖
$$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{--CH--CHO} \\ | \qquad | \\ \text{Cl} \quad \text{Cl} \end{array}$$
 : 2,3-द्राय क्लोरो प्रोपनाल
- 2,3-dichloropropenal
(1) (2) (3) (5) (8) (11)

सुचना : कार्बन अणुच्या जनक हायड्राईट च्या नावामधील अंतर भागात असल्यास (C) ने सुचवितात आणि उपसंग्रं किंवा प्रत्यय लावलेल्या गटात नसतो.

उदाहरण: $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CHO}$

मुख्य साखळीच्या नावात मिळालेल्या CHO चा प्रोपनाल - (C)



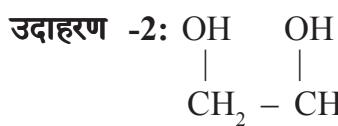
2-फारमाईल प्रोपनाईल आम्ल- 'C' CHO
मुख्य गटाचा अंतर भाग नाही
जनक साखळी (parent chain)

उदाहरण -1: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

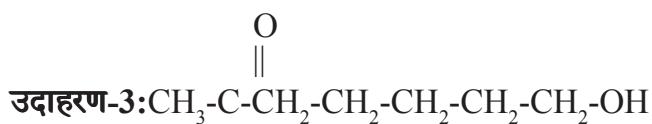
मुख्य कार्यकारी गट : -OH (-ol)
जनक हायड्राईड : $\text{CH}_3\text{--CH}_3$

जनक हायड्राईड + एक मुख्य कार्यकारी गट $\rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

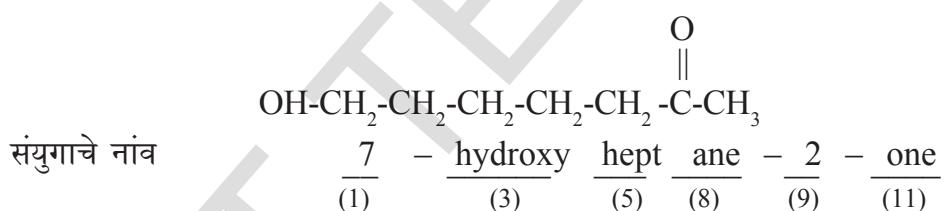
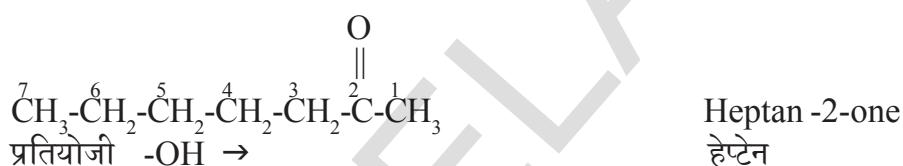
संयुगाचे नाव $\rightarrow \frac{\text{Eth}}{(5)} \frac{\text{an}}{(8)} \frac{\text{ol}}{(11)}$



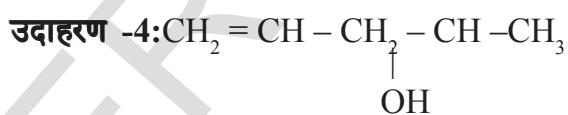
जनक हायड्राईड + दोन मुख्य कार्यकारी गट $\rightarrow \text{OH} \quad \text{OH}$
संयुगाचे नाव $\rightarrow \frac{\text{eth}}{(5)} \frac{\text{ane}}{(8)} - \frac{1,2}{(9)} - \frac{\text{di}}{(10)} \frac{\text{ol}}{(11)} \quad \text{CH}_2 - \text{CH}_2$



जनक हायड्राईड CH₃-CH₂-CH₂-CH₂-CH₂-CH₂-CH₃ हेप्टेन
जनक हायड्राईड + मुख्य कार्यकारी गट



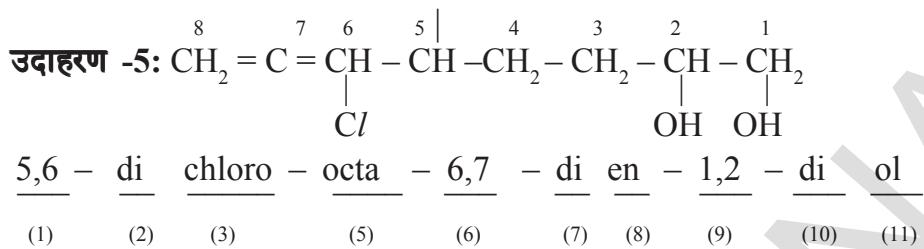
सुचना : यामध्ये मुख्य कार्यकारी गटाल >C=O (Keto) –OH (अल्कोहल)
पेक्षा जास्त प्राधान्य देण्यात आले.



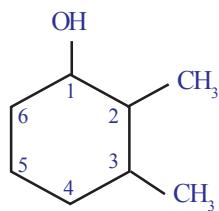
जनक हायड्राईड CH₃-CH₂-CH₂-CH₂-CH₃ पेटेन
मुख्य कार्यकारी गट -OH -ओल

मुख्य हायड्राईड + मुख्य कार्यकारी पेटन – 2 – ओल
वजाबाकीचा बदल (-2H) -en

संयुगाचे नाव: $\frac{\text{पेट}}{(5)} - \frac{4}{(6)} - \frac{\text{en}}{(8)} - \frac{2}{(9)} - \frac{\text{ol}}{(11)}$
Cl

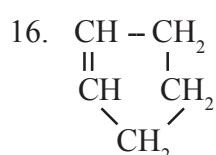
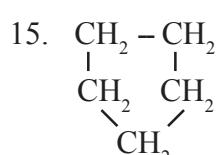
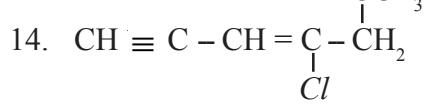
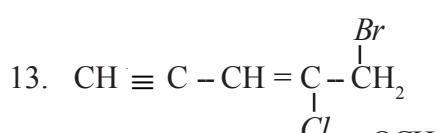
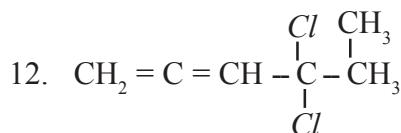
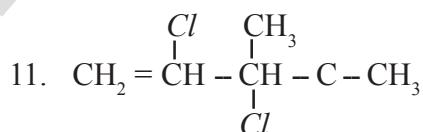
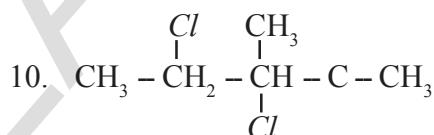
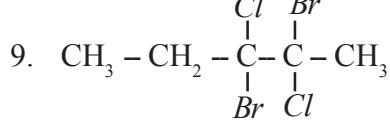
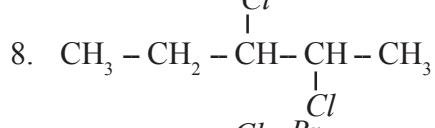
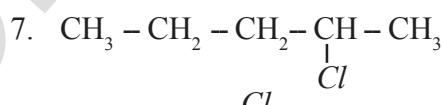
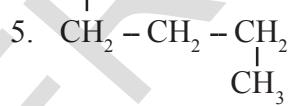
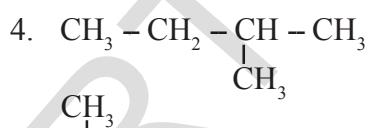
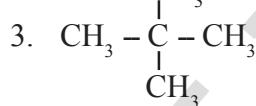
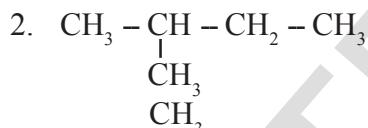
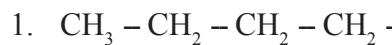


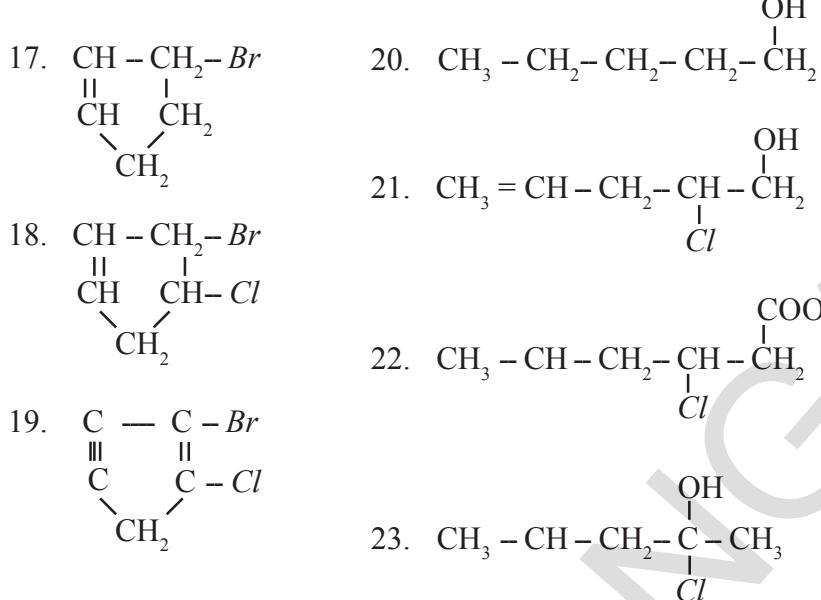
उदाहरण-6:



$\frac{2,3}{(1)} - \frac{\text{di}}{(2)} \quad \frac{\text{methyl}}{(3)} - \frac{\text{cyclo}}{(4)} \quad \frac{\text{hex}}{(5)} \quad \frac{\text{an}}{(8)} - \frac{1}{(9)} - \frac{\text{ol}}{(11)}$

खालील दिलेल्या प्रमाणे रचना असलेल्या सेंद्रिय पदार्थाची नावे लिहा?

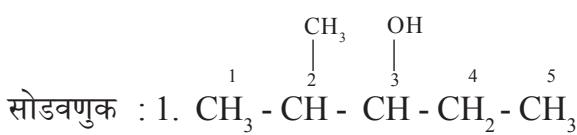




- संयुगाचे नाव दिले असता तुम्ही संयुगाची सरंचना करू शकता का ?
होय, संयुगांच्या नावावरून त्यांची सरंचना खालील प्रकारे करता येते.
- 1) नावातील मुळ पदापासुन मुख्य साखळीतील कार्बन अणु लिहा.
 - 2) दिलेल्या नावावरून डावीकडून उजवीकडे किंवा उजवी कडून डावी कडे कार्बन अणुची मोजणी योग्य रितीने करा.
 - 3) प्रतियोर्जिना (प्रतिक्षेपकांना) त्यांच्या संख्या संज्ञाच्या आधारावरून योग्य कार्बन अणुशी जुळवा.
 - 4) कार्बन अणुच्या अनुक्रमातील नावानुसार कार्यकारी गटाची सुत्रे लिहा.
 - 5) प्रत्येक कार्बन अणुच्या चर्तुसंयुजाचे समाधान होईल हे ध्यानात ठेवा. आवश्यक संख्येत हायड्रोजन अणु वापरा.

उदाहरण:

- 1) 2-मिथाईल पेंटस-3-ol
- 2) 2-ब्रोमो-3-इथाईल पेंटा-1,4-डाईन
- 3) 3-ब्रोमो-2-क्लोरो-5-आक्सो हेक्सोनोईक आम्ल
- 4) 3-अमायनो-2-ब्रोमा हेक्सान-1-ol
- 5) 3, 4-डायल्कोरो ब्युट-1-ene



कार्बन संयुगाची रासायनिक गुणधर्म (Chemical properties of carbon compounds)

कित्येक मीलीयन कार्बन संयुगे असले तरी त्यांच्या अभिक्रिया मात्र मर्यादीत आहेत. त्यामधील काही महत्वाच्या अभिक्रियेबद्दल चर्चा करू या.

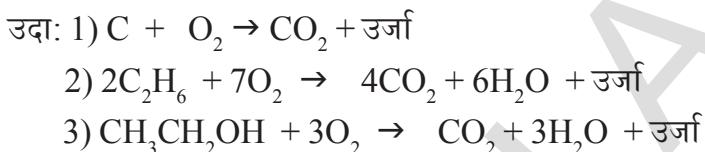
ते:

- 1) दहन अभिक्रिया
- 2) आक्सीडीकरण अभिक्रिया
- 3) संकलनाची अभिक्रिया
- 4) प्रतिक्षेपण किंवा प्रतियोजन अभिक्रिया

1. दहन (Combustion reactions)

कार्बन आणि त्यांची संयुगे आक्सीजन किंवा हवेच्या उपस्थितीत दहन झाल्याने CO_2 उष्णता आणि प्रकाश बाहेर पडते.

कार्बन किंवा कार्बनची संयुगे जास्त प्रमाणात आक्सीजनच्या उपस्थितीत दहन क्रिया घडुन उष्णता आणि प्रकाश बाहेर पडते या प्रक्रियेला दहन अभिक्रिया (*combustion reaction*) असे म्हणतात. अभिक्रियेत कार्बन त्याच्या महत्तम आक्सीडीकरण स्थितीत येऊन 4^+ उत्पादक देतात.



साधारणता: संपृक्त हायड्रोकार्बन जळतांना स्पष्ट निळी ज्यात निर्माण होते. असंपृक्त हायड्रोकार्बन्स जळतांना पिवळी ज्योत निर्माण होते. जर दहन क्रियेत आक्सीजनचा पुरवठा पुरेसा नसला तर संपृक्त हायड्रोकार्बन्स दहन होतांना कार्बनचा काळा धुर निघतो. जेव्हा कोळसा, पेट्रालियम इत्यादी हवेच्या उपस्थितीत जळतांना CO_2 आणि ती H_2O च्या अतिरिक्त सलफर आणि नायट्रोजनचे आक्साइड देतात. कार्बनडाय आक्साइड मुळे वातावरण दुषीत होते. जेव्हा कोळसा किंवा लोणारी कोळसा जळतो तेव्हा काही वेळ लाल विस्तव दिसून येते ज्योत दिसत नाही. कारण ज्योत दिसण्यासाठी वायुयुक्त इंधने जळली पाहिजे.

जास्त गंध असलेली संयुगे जळल्यानंतर काळा धुर निघतो.

- गँस किंवा केरोसीन चुलीवर स्वयंपाक करतांना त्यावरील भांड्याचे बुड काळे का होते?

आत येणारी हवा बंद झाल्यामुळे वायुरूपातील इंधन पुर्णपणे दहन होत नाही म्हणुन त्या कार्बनच्या काळा धुर भांड्याच्या बुडाशी तयार होतो.

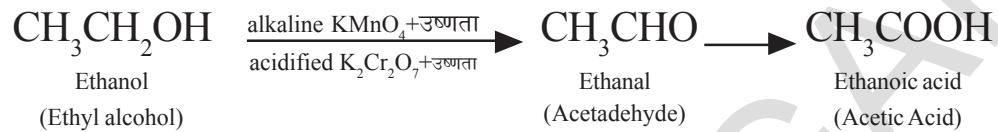
सामान्यत: ज्या अभिक्रियेत ज्योत निर्माण होते त्यास दहन म्हणतात. दहन क्रियेत नेहमी उष्मादायी अभिक्रिया असते म्हणजे दहन अभिक्रियेच्या दरम्यान उर्जा उत्पन्न होते.

2. आक्सीडीकरण अभिक्रिया (Oxidation reactions)

साधारणत: दहन अभिक्रिया आक्सीडीकरण अभिक्रिया असली तरी सर्व आक्सीडीकरण अभिक्रिया दहन क्रिया होत नाही. आक्सीडकरण अभिक्रिया आक्सीडीकारकाच्या उपस्थितीतीत घडुन येते. आक्सीडीकारक पदार्थ हा इतर पदार्थास आक्सीडीकारकात बदलते. ते स्वतः क्षण होतात.

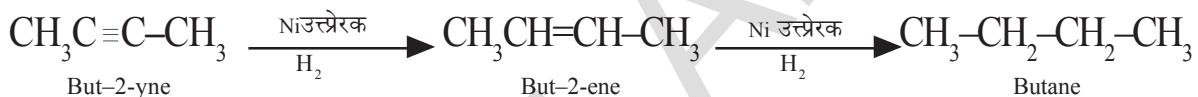
उदा. आल्कलाईन पोटेंशियम परमंगनेट किंवा आम्लीकृत पोटेंशियम डायक्रामेट हे द्रव रुपात असतांना ते आक्सीडीकारका सारखे कार्य करते आणि आक्सीजनचा पुरवठा करून आल्कोहलला कारबाक्सीलीक आम्लात बदलते.

इथाईल आल्कोहलचे आक्सीडीकरण झाल्याने एसीटाल्डी हाईड तयार होते. आणि शेवटी एसीटीक आम्ल तयार होते. (खालील समीकरण पाहा)



3. संकलन (बेरीज) अभिक्रिया (Addition reactions)

असंपृक्त कार्बनी संयुगातील आल्कीन आणि आल्काईन सारखे बहुबंध (=, बंध) संकलन क्रियेत भाग घेतल्याने संपृक्त कार्बनी संयुगे बनतात. अभिकारकाच्या संकलन क्रिये दरम्यान दुहेरी बंध किंवा तिहेरी बंधाच्या कार्बन अणु भाग घेतात.



वरील अभिक्रियेत 'Ni' उत्प्रेरकाचे कार्य करते.

- **उत्प्रेरक (catalyst) म्हणजे काय? हे तुम्हाला माहित आहे काय?**

एका रासायनिक क्रियेचा वेग कमी किंवा जास्त करण्यासाठी उपयोगी पदणाऱ्या पदार्थाला उत्प्रेरक म्हणतात. ते कोणत्याही रासायनिक बदलात भाग घेत नाही.

साधारणत: वनस्पती पासुन तयार झालेल्या तेलाचे हायड्रोजनीकरण क्रियेत निकेलला उत्प्रेरक म्हणुन उपयोग करतात. या तेलात लांब असंपृक्त कार्बन अणुची साखळी असते. प्राण्यांच्या चर्बीत संपृक्त कार्बनची साखळी असते.



विचार करा अणि चर्चा करा

- स्वयंपाकात प्राण्यांच्या चर्बीचा उपयोग करू नये. याचा उपदेश आपण का करतो?
- स्वयंपाकासाठी कोणते तेल चांगले असते? का?

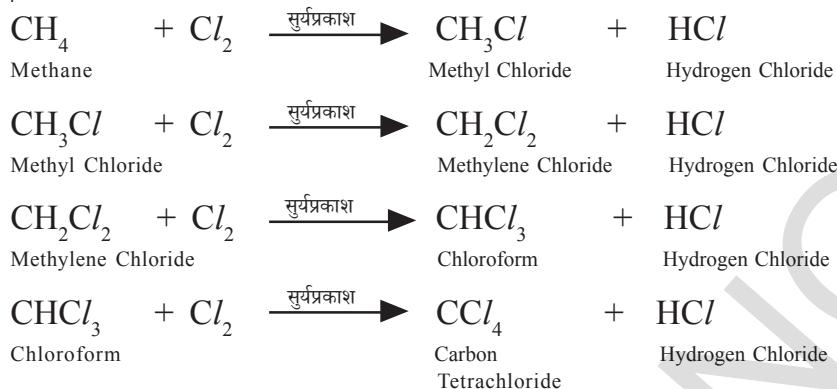
चर्बी आणि तेल मेदाम्ल आहेत. तेल साधारणत: खोलीच्या तापमानावर त्यामधील असंपृक्त मेदाम्लामुळे द्रवरुपात असुन चर्बी धन रूपात असते.

4. प्रतिक्षेपण (प्रतियोजन) अभिक्रिया (Substitution reactions)

रासायनिक अभिक्रियेत दिलेल्या संयुगाचा अणु किंवा अणुच्या गट दुसऱ्या अणुव्दारे किंवा अणुगटाव्दारे प्रतियोजीत (प्रतिक्षेपीत) होते. त्यास प्रतियोजन किंवा प्रतिक्षेपण अभिक्रिया (substitution reaction) म्हणतात. संपृक्त हायड्रोकार्बन आल्केन रासायनिक दृष्टीने कमी क्रियाशिल असतात म्हणुन त्यांना पॅराफिन (paraffins) म्हणतात. (*parum* = लहान; *affins* = affinity(आकर्षण) रासायनिक बदलाकडे आकर्षण नसते.

म्हणजे रासायनिक बदलात आकर्षन नसते. ते योग्य परिस्थितीत काही रासायनिक बदलात घडुन येतात त्या प्रतिक्षेपण अभिक्रिया आहेत.

उदाहरणार्थ, मिथेन (CH_4) ची प्रकाशाच्या उपस्थितीत क्लोरीनशी अभिक्रिया घडते. CH_4 च्या हायड्रोजन अणु क्लोरीन अणुने प्रतिक्षेपीत होते.

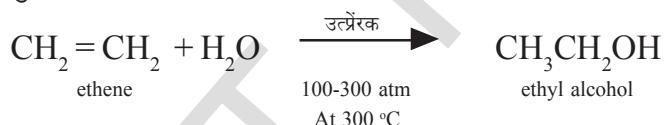


काही महत्वपूर्ण कार्बनी संयुगे (Some important carbon compounds)

काही कार्बन संयुगे आपणास अत्यंत मौल्यवान असतात. परंतु येथे आपण इथनाल, (इथाईल आल्कोहोल) इथनोईक आम्ल, (एसीटीक आम्ल) या दोना अतियश महत्वाचा कार्बन संयुगाच्या गुणधर्मचा अभ्यास करणार आहेत.

इथनॉल (इथाईल आल्कोहोल) Ethanol (Ethyl alcohol)

तयार करण्याची पद्धत (Preparation) : P_2O_5 टंगस्टन आक्साईड नावाच्या उत्प्रेरकाच्या समक्ष अधिक उष्णोग्रता वातावरणीय दाबावर इथीन मध्ये पाण्याचे बाष्फ मिळवुन मोठ्या स्तरावर इथनाल तयार करतात.



मक्का, गहु, जव या सारखे धान्य इथनॉल चे सामान्य स्रोत आहेत. म्हणुन त्यास धान्य आल्कोहोल सुधा म्हणतात.

धान्य + कोब आलेली जव → ग्लुकोज $\xrightarrow[\substack{\text{एंजाईम} \\ \text{पिष्टमय पदार्थ}}]{\text{इस्ट}}$ इथनॉल + CO_2
 (पिष्टमय पदार्थ) (माल्कर)

पिष्टमय पदार्थ आणि शर्करा यास $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ मध्ये बदलण्याच्या प्रक्रियेला किणवन प्रक्रिया (fermentation process) असे म्हणतात.

गुणधर्म (Properties)

इथनॉल गोड वास असलेला रंगहिन द्रव आहे. शुद्ध इथनॉला 78.3°C वर बाष्पीभवन पावतो. शुद्ध इथनॉलला परम(100%) आल्कोहोल (absolute (100%) alcohol) म्हणतात. इथनॉलमध्ये अशुद्ध पदार्थ मिळविल्यास तो पिण्यायोग्य राहत नाही. म्हणुन त्यास डिनार्चर आल्कोहोल(Denatured alcohol) म्हणतात. मिथनाल, मिथाईल आयसोब्युटाईल किटोन, एवीएशन गॅसोलीन (methyl isobutyl ketone, aviation gasoline) इत्यादी अशुद्ध

असतात. हे विषारी असुन आणि त्याची 200 मी.ली. मात्रा प्रौढासाठी प्राण घातक ठरते. गॅसोलिन मधील सुमारे 10% इथनॉल द्रव मोटार इंधनासाठी चांगले असते.

इथनालला सामान्य पणे आल्कोहल म्हणतात. आणि सर्वप्रकारच्या माद्यपानात आल्कोहल मुख्य क्रियाशिल घटक आहे. सौम्य इथनोल कमी प्रमाणात पिल्यास नशा येते. तेवढेच नसुन हा चांगला द्रावक आहे आणि तो टिक्क्वर आयोडीन,(tincture iodine) खोकलाची सिरप, कित्येक टॉनिक यासारख्या औषधीत त्याचा उपयोग होतो.

- वाहन चालविणाऱ्या चालकांनी मद्यपान केले किंवा नाही याची माहिती पोलीस कसे काढतात?

मद्यपान केले आहे अशी पोलिसांना शंका आल्यास ते त्या व्यक्तीला मद्य निर्धारिणा च्या उपकरणांवरै माहित करतात. ते त्या उपकरणातील माझथ पिसच्या प्लास्टीक च्या पिशवीत हवा फुकण्यास पोलीस अधिकारी सांगतात. त्या उपकरणात पोटेशियम - डाय- क्रामेटचे (potassium-di-chromate) स्फटीक ($K_2Cr_2O_7$). असतात. $K_2Cr_2O_7$ हा चांगला आक्सीडीकारक आहे. ते द्रायवरच्या श्वासातील कोणत्याही इथनाल ला इथनाल आणि इथनेरिक आम्लात आक्सीकरण करते.

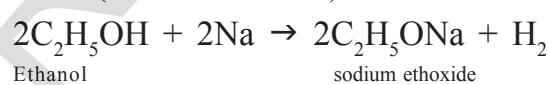
नारंगी रंगातील $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ला आल्कोहलच्या आक्सीडी करणामुळे पानासारखा हिरवा Cr^{3+} रंगात बदलते. त्या हिरव्या रंगात बदलण्याच्या नलीकैची लांबी त्या व्यक्तीव्दारे पिलेल्या आल्कोहलच्या प्रमाणास सुचविते. सध्याच्या दिवसात पोलिस इलेक्ट्रानिक उपकरण वापरत आहे. त्या उपकरणात एक लहान इंधन घट असते. श्वासातील इथनॉल आक्सीडीकरण झाल्याने विद्युत सिस्ट्रल उत्पन्न होतात.

आधुनिक पणे पोलीस IR वर्णपटांचा वापर करून इथाईल आल्कोहल मधील C – OH आणि C – H of $\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}$ मधील बंध माहित करण्यासाठी उपयोग करीत आहेत.

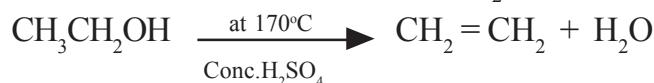


रासायनिक गणधर्म

इथनॉल पाण्याच्या रेणु (H_2O) सारखेच त्यात हायड्रोजनच्या ऐवजी C_2H_5 गट असतो. तो धातु सोडीयमशी क्रिया करून हायड्रोजन मुक्त होतो आणि सोडीयम इथाक्साईड (*sodium ethoxide*) तयार होतो.



संहंत तित्र H_2SO_4 ची क्रिया : इथनॉल संहंत तित्रता असलेल्या H_2SO_4 शी $170^{\circ}C$ (443 K) वर क्रिया केल्यास इथीन येते. ही निर्जलीभवन क्रिया आहे. H_2SO_4 निर्जलीकारक (डिहायड्रेटिंग एजेंट) आहे आणि H_2O काढून टाकतो.



इथनोईक आम्ल (Ethanoic acid) एसीटीक आम्ल (Acetic acid, CH_3COOH)

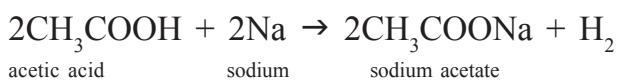
इथनोईक आम्ल हे दुगंध युक्त रंगहिन द्रव आहे. तो पाण्यात विरघळतो आणि H_2O किंवा इथनाऊल पेक्षा जास्त आम्लधर्मी असतो. परंतु खनिज आम्ला पेक्षा कमी आम्लधर्मी असतो.

इथनोईक आम्लाला सामान्यपणे एसीटीक आम्ल (acetic acid) म्हणतात. 5-8% एसीटीक आम्लाला पाण्यात मिळविल्यास त्यास विनेगर (vinegar) म्हणतात. त्याचा उपयोग लोणचे साठवुन ठेवण्यासाठी होतो.

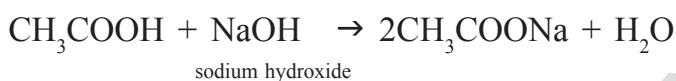
रासायनिक गुणधर्म (Chemical properties)

आम्लता (Acidity): (धातु आणि आल्कलीशी क्रिया)

1) इथनोईक आम्ल क्रियाशिल धातु Na शी अभिक्रिया करून हायड्रोजन वायु सोडतात. ही क्रिया इथनॉल सारखीच आहे.



2) इथनोईल आम्लाची NaOH शी अभिक्रिया घडुन क्षार आणि पाणी तयार होते.



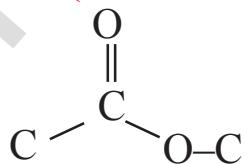
3) इथनोईक आम्लाची सोडीयम कार्बोनेटशी अभिक्रिया आणि सोडीयम हायड्रोजन कार्बोनेटशी सारख्या दुर्बल क्षाराशी घडुन CO_2 बाहेर पडतो.



आम्लाची शक्ती pK_a किंमतीच्या रूपात व्यक्त करतात. जलयुक्त द्रावणात आम्ल वेगळे होण्याशी त्यांचा किंमतीचा संबंध असतो.

4) इस्टर तयार करण्याची अभिक्रिया (Esterification Reactions)

- इस्टर (esters) म्हणजे काय ?
इस्टरमध्ये कार्यकारी गट असतो.



इस्टरचे सामान्य सुत्र $\text{R} - \text{COO} - \text{R}'$. R आणि R' हे आल्काइल गट किंवा फिनाईला गट (alkyl groups or phenyl groups) आहे.

कृती 2

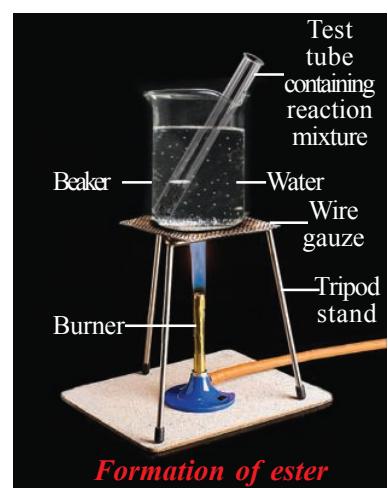
एका परिक्षा नळीत 1 मी.ली. इथनाल (परम आल्कोहल) आणि 1 मी.ली. अतिशय थंड एसीटीक आम्ल त्याचप्रमाणे संहत तिब्र असलेल्या सलफ्युरिक आम्लाचे काही थेंब घ्या.

त्यास मऱ्यानी (वाटर बाथ) मध्ये किंवा एका गरम पाणी असलेल्या चंचुपात्रात आकृतीत दाखविल्या प्रमाणे कमीत कमी पाच मिनीटे ठेवा.

त्या कोमट द्रावणास 20-25 मी.ली. पाणी असलेल्या चंचुपात्रात टाका आणि येणाऱ्या मिश्रणाचा वास घ्या.

- तुमच्या निरिक्षास काय आले ?

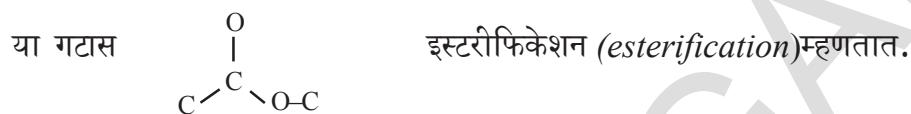
येणारे मिश्रण हा गोड पदार्थ आहे हे तुमच्या लक्षात येते. हा पदार्थ



म्हणजेच इथाईल एसीटेट हे एक इस्टर आहे. कृती - 2 मधील अभिक्रियेला इस्टरफिकेशन अभिक्रिया (*esterification reaction.*) म्हणतात.

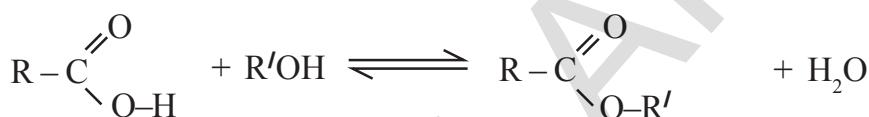
इस्टरफिकेशन (Esterification)

कारबाक्सीलीक आम्ल आणि आल्कोहोल तिव्र H_2SO_4 च्या उपस्थितीत अभिक्रिया घडुन गोड वासाचा पदार्थ इस्टर (*ester*) कार्यकारी गटासह तयार होतो.

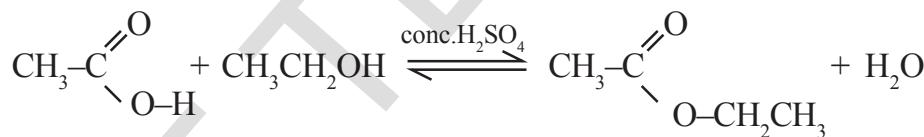


इस्टरफिकेशन क्रिया हळू आणि उलट असते.

$RCOOH$ आम्ल आणि $R'OH$ आल्कोहोल मधील अभिक्रिया आहे.
(येथे R आणि R' सारखे किंवा भिन्न असु शकतात.)



उदाहरण तुम्हाला इथाईल, इथनोईक किंवा इथनॉल पासुन इथाईल, इथनोईट किंवा इथाईल एसीटेट आम्ल तयार करायचे असल्यास त्याचे समीकरण



Ethanoic acid
(acetic acid)

Ethanol
(ethyl alcohol)

ethyl acetate

साबणी - साबणीकरण आणि संकणक (Soaps – Saponification and Micelles)

साबण काय आहे तुम्हाला माहित आहे काय?

पामीटीक आम्ल, ($C_{15}H_{31}COOH$), स्टीयरीक आम्ल ($C_{17}H_{35}COOH$), ओलेईक आम्ल ($C_{17}H_{33}COOH$) इत्यादी उच्च मेदाम्लाच्या सोडीयम किंवा पोटॉशियम क्षारांना साबन म्हणतात. साबनीचे सामान्य सुत्र $RCOONa$ किंवा $RCOOK$, यात $R = C_{15}H_{31}$; $C_{17}H_{35}$ इत्यादी.

उच्च मेदा आम्लाचे इस्टर आणि ट्राई हायड्राक्सी आल्कोहोल (ग्लीसराल) यास मेद (*Fats*) असे म्हणतात.

जेव्हा मेदाची सोडीयम हायड्राक्साइडशी क्रिया होऊन सोडीअम क्षार मेद आणि ग्लीसरॉल तयार होते. या उच्च मेदा आम्लाचे सोडीयम क्षार साबनीच्या तयारीच्या अभिक्रियेत भाग घेतात. या क्रियेस साबनीकरण क्रिया (*saponification reaction*) असे म्हणतात.

साबणीकरण अभिक्रिया (Saponification reaction)

उच्च मेदा आम्लाच्या इस्टरचे आल्कलाईनचे निर्जलीभवन केल्याने साबन तयार होते. त्यास साबणीकरण असे म्हणतात.

साबन हे सांगले शुभ्रकारक आहे. हे शुभ्र कसे करते तुम्हाला माहित आहे का?

हे समजून घेण्यासाठी खरोखरीचे द्रावण आणि कलीलीद्रावण (*true solution* and a *colloidal solution*) बद्दल जाणुन घेतले पाहिजे.

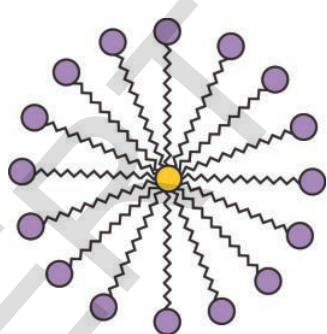
- खरोखरीचे द्रावण म्हणजे काय?

एका द्रावणात असलेल्या द्राव कणाचा व्यास 1 nm पेक्षा कमी असल्यास त्या द्रावणास खरोखरीचे द्रावण म्हणतात. कलीलीद्रावणातील प्रकिर्णन अवस्थेत असलेल्या द्राव्य कणांचा व्यास द्रावकात 1 nm पेक्षा मोठा 1000 nm पेक्षा लहान असतो. यालाच प्रकिर्णन माध्यम (*dispersion medium*) म्हणतात.

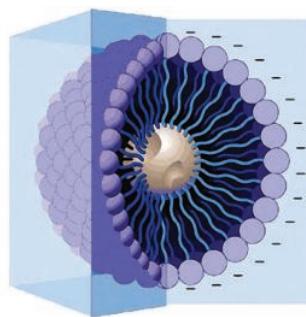
साबन ही विद्युत विघटक आहे. जेव्हा साबनेला काही प्रमाणातील पाण्यात टाकल्यास कमी संहत तिव्रतेचे द्रावण तयार होते. यावरून खरोखरीचे द्रावण मिळते. एका विशिष्ट संहत तिव्रतेवर साबणाचे कण जवळ येतात यास क्रांतीक संकणक संहत तिव्रता (*critical micelle concentration (CMC)*) म्हणतात. साबनाचे कण एकमेकांना चिकटात आणि ते चिकटलेले कण (*micelles*) कलीली परिमाणात असतात यास संकणक किंवा संगतीने राहणारे कलीली (*associated colloids*) म्हणतात.

संकणक (Micelle)

पाण्यातील साबणाचे रेणु गोलाकार रितीने एकमेकांजवळ आलेल्या समुहाला संकणक म्हणतात. जेव्हा साबन पाण्यात विरघळते तेव्हा कलीली कणयुक्त द्रव्य तयार होतो. यामध्ये साबनाचे रेणु समुहात एकत्र येऊन गोलीय आकाराचे संकणक तयार होतात.



संकणक (Micelle)



संकणकाची 3D संरचना

कृती 3

संकणकाची निर्मीती (Formation of micelle)

दोन परिक्षा नळ्या घेऊन प्रत्येक परिक्षा नळीत $10\text{ मी.ली. पाणी घ्या.}$

दोन्ही परिक्षा नळीत तेलाचा (गोड तेल) एक थेंब टाका आणि त्यास A आणि B नावे घ्या.

B परिक्षा नळीत साबनाच्या द्रावणाचे काही थेंब टाका.

दोन्ही परिक्षा नळीला सारख्या वेळेसाठी हलवा.

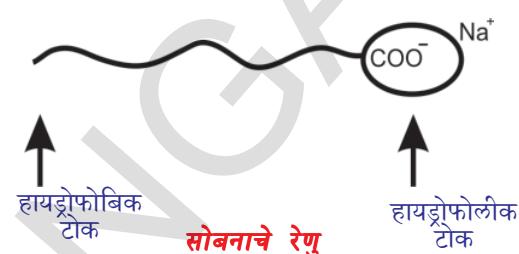
त्यामध्ये तुम्हाला काय आढळून आले?

तुम्हाला दोन्ही परिक्षा नळीत तेल आणि पाण्याचे वेगवेगळे थर ताबडतोब दिसतात का?

- परिक्षा नळीला हलविणे थांबवत्यानंतर काय होते?
- थोडा वेळ परिक्षा नळीला हात न लावता निरक्षण करा. तेलाचे थर अलग होते का?
- कोणत्या परिक्षा नळीत हे अगोदर घडते? तुमच्या निरक्षणाची नोंद करा?

साबनाची शुभ्र करण्याची क्रिया (Cleansing action of soap)

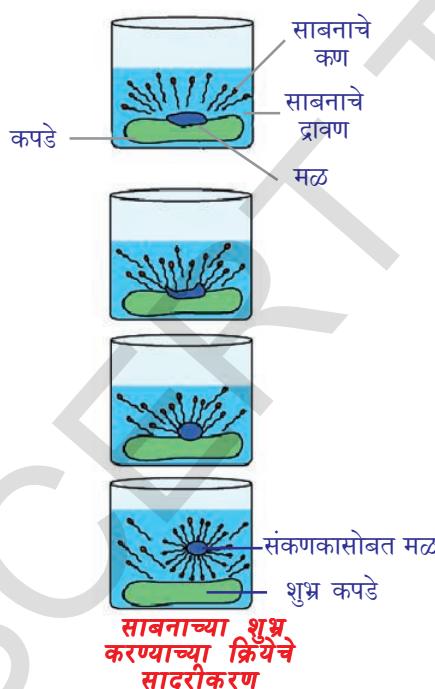
समजा आपण साबनाच्या द्रावणात मळलेले कपडे ठेवले. मळ हे वंगनासारखे असते. साबनाचे रेणु वंगणा सारख्या हायड्रोकार्बनच्या टोकाशी गोलाकार व्यवस्थीपणे मांडल्या जाते. आयन भाग बाहेर पाण्याकडे असतात.



जेव्हा मळलेले कपडे साबनीच्या पाण्यात टाकतात तेव्हा हायड्रोकार्बन चा भाग त्या मळास किंवा तेलास चिकटते. थोडे हलविल्यास किंवा घासल्यास मलीन कण साबनाच्या फेसासोबत मिळून बाहेर येऊन पाण्यात विरघळतात. म्हणुन साबनाचे पाणी मलीन होते आणि कपडे स्वच्छ होतात.

- साबनाच्या कणाची वंगणा सारख्या तेलाने माखलेल्या कपड्यावर कोणती क्रिया घडते?

साबन आणि डिटरजेंट कपड्यावरील वंगनाच्या तेलाने माखलेले डाग धुवन त्यास पाण्यात विरघळवून कपडे शुभ्र होतात हे आपणास माहित आहे.



साबनाला एक धूवीय टोक (कार्बाइली) आणि ची दुसरे अधूवीय टोक आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे असतात.

धूवीय टोकाचा स्वभाव हायड्रोफोबिक असतो आणि हे टोक पाण्याकडे आकर्षित्या जाते. अधूवीय टोक हायड्रोफिबीक स्वभावाचे असुन ते कापड्यावरील वंगन(मळ) किंवा तेलाकडे आकर्षित्या जाते परंतु पाण्याकडे आकर्षित्या जात नाही.

जेव्हा साबन पाण्यात विरघळते तेव्हा त्याचे हायड्रोफोबिक टोक स्वतः मळाशी चिकटुन आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे मळ (dirt) पुर्ण काढून टाकतो.

- साबनाच्या रेणुचे हायड्रोफोबिक टोक मळ किंवा वंगणाच्या कणाकडे सरकते.
- हायड्रोफोबिक टोक मलीन कणास चिकटून त्यास खेचण्याच्या प्रयत्न करतात.
- साबनाचे रेणु मलीन कणाभोवती समुहाच्या केंद्राशी येऊन गोलाकार रचना निर्माण करतात त्यास संकणक (micelle) असे म्हणतात.
हे संकणक कणयुक्त पाण्यात कलोली द्रावणातील कणासारखे तसेच राहतात.

पाण्यात असलेले विविध संकणक एकत्र येऊन अवक्षेप तयार करत नाही कारण साबनाच्या कणामध्ये असलेले आयन आयन प्रतिकर्षन त्यास एकत्र येऊ देत नाही.

अशारीतीने धुळीचे कण संकणकाच्या सापळ्यात तसेच राहते. (कणयुक्त द्रवात) राहते आणि त्याला पाण्यासोबत धुतल्या जाते. म्हणुन साबनाचे संकणक (कण) पाण्यात विरघळल्याने मळ वेगळा केला जातो.



महत्वाचे शब्द

संकरण, अपरुपे, हिरा, ग्राफाईट, बकमिनीस्टर फुलीरेन्स, नानो नलीका, मालीका बंधन, चर्तुःसंयुजा, हायड्रोकार्बन्स, आल्केन्स, आल्कीन्स, आक्लाकईन्स, संपृक्त हायड्रोकार्बन्स, असंपृक्त हायड्रोकार्बन्स, कार्यकारी गट, समघटना, समजाती श्रेणी, नामकरण, दहन, आक्सीडीकरण, संकलन अभिक्रिया, प्रतियोजी अभिक्रिया, इथनॉल, इथनोइक आम्ल, इस्टर, इस्टरीफिकेशन, साबनीकरण, संकणक



आपण काय शिकलोत

- कार्बन असंख्य संयुगे निर्माण करतात. त्याची चर्तुसंयुजा आणि मालिका बंधन गुणधर्म आणि एकेरी बंध, दुहेरी बंध आणि दोन एकेरी बंध, तिहेरी बंध आणि ऐकरी बंध किंवा दोन दुहेरी बंध या गुणधर्मामुळे कार्बनला अष्टपैलु बनविते आणि कार्बन संयुगाची एक विशेष शाखा तयार करते.
- हायड्रोकार्बन्स ही कार्बन आणि हायड्रोजन ची संयुगे आहेत.
- हायड्रोकार्बन्से दोन प्रकार आहेत - संपृक्त हायड्रोकार्बन्स, असंपृक्त हायड्रोकार्बन्स (आल्कीन्स आणि आल्काईन्स)
- कार्बन त्याच्या स्वतःच्या अणुशी आणि हायड्रोजन, आक्सीजन, सल्फर, नायट्रोजन क्लोरीन सारख्या इतर अणुशी संहसंयुज बंध निर्माण करते.
- अल्कोहल, आल्डीहाईड्स, किटोन्स आणि कारबाक्सीलीक सारखे कार्यकारी गट त्यामध्ये असलेल्या कार्बन संयुगाशी गुणवैशिष्टे गुणधर्म दाखवितात. $C = C$, $C - C$ लाक्षणीक गुणधर्मचे असतात.
- हायड्रोकार्बनच्या गटात / श्रेणीचे सारखे सामान्य सुत्र असते. दोन क्रमवार संयुगातील फरक $-CH_2$ आणि सारखी संरचना व सारखे गुणधर्म असतात. (सारखा कार्यकारी गट)

त्यास समजाती श्रेणी म्हणतात.

- कार्बनची साखळी, सरळ, शाखा शृंखला किंवा रिंगच्या (वल्य) रूपात असते.
- सारखे रेणु सुत्र असलेले परंतु भिन्न संरचना असलेल्या कार्बन संयुगांना हायड्रोकार्बन्स समघटक असे म्हणतात.
- संपृक्त हायड्रोकार्बन्स दहनानंतर कार्बन डायआक्साईड आणि पाणी देतात आणि उष्णता सोडव्या जाते.
- असंपृक्त हायड्रोकार्बन्स संकलण क्रियेत भाग घेणाऱ्या परंतु संपृक्त हायड्रोकार्बन प्रतियोजन क्रियेत भाग घेतात.
- आपल्या दैनंदिन जिवनातील हे महत्वाचे कार्बन संयुगे इथनॉल (ethanol) आणि इथनोइक आम्ल आहेत.



अभ्यासात सुधारणा करा

संकल्पनेवर प्रतिस्पंदन

1. साध्या हायड्रोकार्बनचे नावे द्या ? (AS1)
2. आल्केन, आल्कीन, आणि आल्काईनचे सामान्य सुत्र काय आहे ? (AS1)
3. दिर्घकाळ संरक्षक म्हणुन वापरणाऱ्या कारबाक्सीलीक आम्लाचे नावे द्या ? (AS1)
4. इथनॉल हवेत जळताना पाण्याशिवाय तयार होणारे दुसरे उत्पादक कोणते त्याचे नावे लिहा ?(AS1)
5. वेल्डिंग करण्यासाठी आक्सीजन आणि इथाईन च्या मिश्रणाला जाळतात. इथाईन आणि हवेच्या मिश्रणाचा का उपयोग करत नाही हे तुम्ही सांगु शकता का ? (AS1)
6. साध्या किटोन्सचे नाव द्या आणि त्याचे रेणुसुत्र लिहा ? (AS1)
7. कार्बनचा अणु दुसऱ्या कार्बनच्या अणुशी मिळून बंध निर्मीती करणाऱ्या गुणधर्माला काय म्हणतात ? (AS1)
8. इथनॉलला जास्त प्रमाणात संहत तिब्रतेच्या H_2SO_4 शी 443 K तापमानावर तापविल्यास निर्माण होणाऱ्या संयुगाचे नावे द्या ? (AS1)
9. इस्टरफीकेशन अभिक्रियेचे एक उदाहरण द्या ? (AS1)
10. इथनॉल, क्रोमीक अन हायड्राईड किंवा अल्कालाईन पोटॅशियम परमँगनेटेशी आक्सीडीकरण झाल्याने तयार होणाऱ्या उत्पादकाचे नावे लिहा ? (AS1)
11. इथेन पासुन इथनाल तयारीच्या अभिक्रियेला दर्शविणारे रासायनिक समीकरण लिहा ?(AS1)
12. कार्बन संयुगाच्या समजाती श्रेणीची व्याख्या द्या ? समजाती श्रेणीचे कोणतीही देन गुणवैशिष्ट लिहा ?(AS1)
13. कार्यकारी गटाची (Functional Groups)नावे द्या. (i) -CHO (ii) -C=O. (AS1)
14. कार्बन अणु सहसंयुज बंधाने संयुगे का तयार करतो ? (AS1)

15. इथनॉल पासुन सोडीयम इथाक्साईड कसा तयार केल्या जातो. त्याचे रासायनिक समीकरण लिहा. (AS1)
16. साबनीचे शुभ्र करण्याचे कार्य लिहा ? (AS1)
17. कार्बनी संयुगाच्या इस्टरफिकेशन आणि साबनीकरण या मधील फरक स्पष्ट करा ? (AS1)
18. ग्राफाईटची रचना बंधाच्या रूपात स्पष्ट करू या रचनेच्या आधारावरून त्याचा एखादा गुणधर्म लिहा ? (AS1)
19. विनेगर मधील आम्लाचे नाव लिहा ? (AS1)
20. सोडीयमचा एक लहान तुकडा इथनॉल मध्ये टाकल्यास काय घडते ?(AS2)
21. (C_2H_6) इथेन रेणुची इलेक्ट्रानीक बिंदु संरचना काढा ? (AS5)
22. दैनंदिन जिवनात इस्टरच्या भुमिकेचा स्विकार तुम्ही कसा कराल ? (AS6)

संकल्पनेचे उपयोजन

1. खालील संयुगांना IUPAC नाव द्या. समजा एका पेक्षा जास्त संयुगे असल्यास त्या सर्वांना नावे द्या.
(AS1)
 - i. आल्डीहाईडस पासुन तयार झालेले इथेन
 - ii. ब्युटेन पासुन तयार झालेले किटोन्स
 - iii. प्रोपेन पासुन तयार झालेले क्लोराइड
 - iv. पैटेन पासुन तयार झालेले आल्कोहल
2. वनस्पती तुपाच्या उद्योगात संकलण क्रियेचा कसा उपयोग होतो, हे रासायनिक समीकरणाच्या मदतीने वर्णन करा ? (AS1)
3. a. C_3H_6O रेणु सुत्र असलेल्या संयुगाचे विविध संभाव्य संरचना सुत्रे तयार करा. (AS1)
 - b. वरील उदाहरणातील संभाव्य संयुगांना IUPAC नावे द्या. आणि त्यांना संरचनेच्या रूपात दर्शविणुक करा ? (AS1)
 - c. या संयुगामध्ये काय साम्य आहे ते सांगा ? (AS1)
4. $CH_3OHCH_2CH_3$ या नंतर येणाऱ्या समजाती श्रेणीच्या संयुगाचे IUPAC नावे लिहा ? (AS1)
5. कोणत्या वर्गाच्या पदार्थांवरे अपरुपे हा गुणधर्म दाखविल्या जातो. मुलद्रव्य, संयुगे किंवा मिश्रणे अपरुपाचे उदाहरण देऊन स्पष्ट करा ? (AS1)
6. A आणि B नावाच्या दोन कार्बन संयुगाचे रेणुसुत्र अनुक्रमे C_3H_8 आणि C_3H_6 आहेत. या पैकी कोणते संकलन क्रिया दाखविते ? तुमच्या उत्तराचे स्पष्टीकरण द्या ? (AS2)
7. समाजात आल्कोहलच्या सेवानाचे खंडण तुम्ही कसे कराल ? (AS7)
8. $C_2H_4O_2$ रेणु सुत्र असलेला एक कार्बन संयुग सोडीयम कारबोटनेटशी संकलनाने (बेरीज) सुवासाचा वायु तयार होते. खालील उत्तरे द्या ?
 - a. कार्बन संयुग ओळखा. (AS1)
 - b. वरील क्रियेसाठी रासायनिक समीकरण लिहा ? (AS1)
 - c. मुक्त होणारा वायु कोणता ? (AS2)
 - d. मुक्त झालेल्या वायुचे परिक्षण कसे कराल ? (AS3)
 - e. वरील संयुगोच दोन महत्वपूर्ण उपयोग लिहा ? (AS1)
9. 1 मी.ली. घटू एसीटीक आम्ल 1 मी.ली. इथनॉल ला एका परिक्षा नळीत घेऊन त्यात थोडे संहज तित्रतेचे सल्फुरीक आम्ल मिळविल्यास त्या मिश्रणाला कोमट पाण्यात 5 मिनीटे ठेवले, तर खालील

प्रश्नाचे उत्तरे द्या.

- a. येणाऱ्या संयुगाचे नाव लिहा ? (AS2)
- b. रासायनिक समीकरणाबदरे वरील बदलास दर्शवा ? (AS1)
- c. अशा अभिक्रियेला दर्शविणाऱ्यासाठी कोणत्या पदांचा वापर केला ?(AS1)
- d. तयार झालेल्या संयुगाचे विशेष गुणमर्ध काय आहेत ? (AS1)

योग्य पर्यायी प्रश्न निवडा

1. खाली कोणत्या एसीटीक आम्ल द्रावणास पाण्यात मिळविल्यास ते संरक्षक म्हणून वापरते. []
 - a) 5-10%
 - b) 10-15%
 - c) 15-20%
 - d) 100%
2. आल्डीहाईडचे नाव लिहितांना वापरलेला प्रत्यय कोणता आहे ? []
 - a) -ol
 - b) -al
 - c) -one
 - d) -ene
3. एसीटीक आम्ल जेव्हा पाण्यात विरघळते ते आयनात उलटपणे विचरीत होते कारण ते []
 - a) सौम्य आम्ल
 - b) तित्र आम्ल
 - c) सौम्य आम्लारी
 - d) तित्र आम्लारी
4. खालील पैकी कोणते हायड्रोकार्बन्स समधटना दाखविते. []
 - a) C_2H_4
 - b) C_2H_6
 - c) C_3H_8
 - d. C_4H_{10}
5. हायड्रोकार्बन्स दहन होतात मुक्त होते.
 - a) उष्णता
 - b) प्रकाश
 - c) जास्त उष्णता आणि प्रकाश
 - d) विद्युत प्रवाह
6. A, B आणि C परिक्षा नळीत प्रत्येकी 2ml इथनोईक आम्ल घेऊन त्यामध्ये अनुक्रमे 2ml, 4ml आणि 8ml पाणी मिळविल्यास कोणत्या नळीत स्पष्टपणे द्रावण तयार होते. []
 - a) फक्त A परिक्षा नळीत
 - b) फक्त A & B परिक्षा नळीत
 - c) फक्त B आणि C परिक्षा नळीत
 - d) सर्व परिक्षा नळीत
7. 5 मी.ली. पाण्यात 2 मी.ली. एसीटीक आम्लाचे थेंब थेंब मिळविल्यास याचे निरिक्षण करा []
 - a) पाण्यावर वेगळा थर आम्लाबदरे तयार होते.
 - b) आम्लावर पाण्याबदारे वेगळा थर निर्माण होतो.
 - c) स्पष्टपणे सजातीय द्रावण तयार होते.
 - d) गुलाबी रंगाचे स्पष्टपणे द्रावण तयार होते.
8. घन सोडीयम कारबोनेट मध्ये काही थेंब इथनोईक आम्लाचे मिळविल्यास खालील कोणती क्रिया घडुन येते. []
 - a) हिस असा आवाज निर्माण होतो.
 - b) तपकिरी रंगाचा धुर निघतो.

सुचवलेले प्रयोग

- पाण्याच्या कठिणपणा माहित करणाऱ्या परिक्षेला सुचवुन त्या पृथक्तीचे स्पष्टीकर द्या ? (AS3)
 - कोणत्या रासायनिक परिक्षेव्वदरे इथनॉल आणि इथेनोर्ईक आम्लामधील वर्गीकरण करता येते हे सुचवा आणि त्या पृथक्तीचे वर्णन करा ? (AS3)
 - C_2H_6O रेणुसुत्र असलेले 'X' नावाचे कार्बन संयुग आल्कालाईन $KMnO_4$ शी आकसीडीकरण झाल्याने $C_2H_4O_2$ रेणुसुत्र असलेले 'Y' नावाचे संयुगे तयार होते ? (AS3)
 - 'X' आणि 'Y' ना ओळखा.
 - 'X' हे संयुग 'Y' शी क्रिया केल्याने तयार होणारे संयुग लोणच्यात संरक्षक (Preservative) म्हणून उपयोगी पडते. तर तयार होणाऱ्या संयुगाबद्दल तुमच्या निरक्षणाची नोंद करा.

सुचवलेले प्रकल्प

1. चिकन मातीचे गोळे आणि आगपेटटीच्या काळ्या घेऊन मिथेन, इथेन, इथीन आणि इथाईन रेणुचे नमुने तयार करा ? (AS4)
 2. इथाईलीन व्हारे फलांना कृत्रिम रितीने पिकविण्या बदल माहिती गोळा करा ? (AS4)

pK_a म्हणजे काय?

pK_a ही एका आम्लाची सौम्य द्रावणातील विचरणाच्या स्थिरांकाच्या लघुगुणकाची क्रण किंमत होय. pK_a म्हणजे एका द्रावणात आम्ल किती प्रमाणात विरघळण होते याचे मोजमाप करते.

$$pK_a = -\log_{10} K_a$$

pK_a किमत कर्मी असल्यास आम्ल जास्त तिब्र (संहंत) असते.

1.0M HCl चा pK_a शुन्य आहे. परंतु CH₃COOH वर pK_a मात्र 4.76 आहे. pK_a किंमतीवरून आम्लाची तिक्रता सांगता येते. संहंत आम्लात $pK_a < 1$ pK_a ची किंमत 1 आणि 5 च्या दरम्यान असलेल्या आम्ल सबल (संहंत) असते. आणि pK_a किंमत 5 आणि 15 मध्ये असल्यास $pK_a > 15$ ही किंमत असते.

pKa ची किंमत शुन्यापेक्षा कमी असल्यास त्यास सामान्यता दिली जात नाही. कारण pKa च्या रूपात याचा उपयोग होत नाही त्यास सरळ Ka रूपात लिहिता येते.

Nomenclature of carbon compounds

Prefix		Word root		Secondary suffix		Primary suffix		
Secondary prefix	Primary prefix	Continuous longest carbon chain		(6)	(7)	(8)	(9)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)			(10)	
Number ↓	Numerical Designation ↓	Halide/ Alkyne / secondary functional group ↓	(Only for cyclic compounds) → Cyclo	Number of Carbons ↑ 1 - Meth ↑ 2 - Eth ↑ 3 - Prop ↑ 4 - But ↑ 5 - Pent ↑ 6 - Hex ↑ 7 - Hept ↑ 8 - Oct ↑ 9 - Non ↑ 10 - Dec	Number ↓ 1, 2, 3....	Nature of Saturation ↓ Mono ↓ Di ↓ Tri	Nature of Saturation ↓ C - C - ane ↓ C = C - ene ↓ C ≡ C - yne ↓ Mono ↓ Di ↓ Tri	Numerical Designation ↓ 1, 2, 3.... ↓ C = O - Ketone - 'one' ↓ COOH - Carboxylic acid - 'oic acid' ↓ NH ₂ - Amine - 'amine' ↓ CONH ₂ - Amide ↓ COOR - Ester - 'oate'
Secondary functional group <ul style="list-style-type: none"> - R-Alkyl - CH₃ - Methyl - C₂H₅ - Ethyl - C₃H₇ - Propyl.... 								

होमी जहांगीर भाभा

होमी जे. भाभा (**Homi J. Bhabha**), (30 आक्टोबर 1909 – 24 जानेवारी 1966) एक परमाणु भौतिक शास्त्रज्ञ होते. तो TIFR संस्थेचा पहिला डायरेक्टर भौतिकशास्त्र प्राध्यापक म्हणुन कार्यकरीत होता. भारत अनुशत्ती कार्यक्रमाला यांना पितामह समजल्या जाते. त्यांना किंवेक (TIFR) Bhabha Atomic Research Centre सारख्या प्रसिद्ध झालेल्या संशोधना संस्थेचा पहिला डायरेक्टर(संचालक) म्हणुन कार्यरत होता. या दोन्ही संस्थानी सुधदा भारतात अणुभट्टी तयारीत अणुशत्तीच्या विकासात महत्वाची भुमिका निभावली. या संस्था भाभाच्या देखरेखेखाली कार्य केल्या nuclear reactors and nuclear energy नावाच्या अंशावर त्यांनी त्याचे पहिले संशोधन पत्र मुद्रीत केल्यानंतर 8 जानेवारी 1993 मध्ये भाभाना अणु भौतिक शास्त्रात Phd मिळाली. हे संशोधन पत्र त्यांना 1934 मध्ये इसाक न्युटोन स्टूडेंटशिप (Isaac Newton Studentship in 1934) घेण्यासाठी उपयोगी पडले. भाभाचे वैज्ञानिक प्रस्थान ब्रिटेन मध्ये सुरु करून भारतात वापस येऊन बॅंगलुरुमध्ये नोबेल पुरस्कार विजेता सर सी.व्ही. रमना यांच्या नेतृत्वाखाली चालत असलेले (Indian Institute of Science(IISC) मध्ये लेक्चर म्हणुन त्यांची वृत्ती सुरुवात केली. त्या काळातच त्यांनी भारत देशात अणुशत्ती कार्यक्रम सुरु करण्याची गरज असल्याचे श्री जवाहर लाल नेहरू यांना पटवुन दिले. 1945 मध्ये (Tata Institute of Fundamental Research(TIFR) ची स्थापना केली. आणि 1948 मध्ये (Atomic Energy Commission) चे पहिले चेअरमन म्हणुन काम केले. 1950 मध्ये IAEA कानफरेसला भारत देशाकडून प्रतिनिधीत्व केले. त्याच प्रमाणे जेनेवा मध्ये 1955 मध्ये (UN Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy) चे अध्यक्ष म्हणुन कार्य केले. भाभा यांनी इलेक्ट्रॉन व्दरे पांजीट्रानचे स्कॅटरिंग चे योग्य समीकरण साध्य करून अंतरराजातीय प्रसिद्धी मिळविली. ही प्रक्रिया भाभा स्कॅटरिंगाव्दरा प्रसिद्ध झाली. त्यांनी क्रॉटन स्कॅटरिंग R- प्रक्रियेसाठी केलेले श्रम अणु भौतिक शास्त्राच्या विकासाठी उपयोगी पडले. पण दुर्देवाने भाभा वियाना मध्ये होणाऱ्या IAEA's च्या परिषदेला हजर होण्यासाठी जाताना मोंट बॅक जवळ झालेल्या विमान अपघातात 1966 मध्ये त्यांचे निधन झाले. परंतु त्यांनी भारत देशात अणुशत्तीसाठी टाकलेले बिज आज आपल्या देशाला अग्र देशात नेऊन उभे केले आहे.



चिंतामणी नागेसा रामचंद्राराव



C.N.R. Rao बॅंगलुरु मध्ये एका कन्फ्रेन्च कुटुंबात हनुमंत नागेसराव आणि नागम्मा नागेसा रावांनी संतान होते. त्यांनी 10 वी पर्यंतचे शिक्षण प्रथम श्रेणीत 1947 मध्ये पुर्ण केले. त्याने BSc बॅंगलुरु मधील मैसूर विश्वविद्यालयातील केंद्र सेंट्रल कॉलेज, बॅंगलुरु मध्ये शिक्कुण प्रथम श्रेणीत 1951 मध्ये पुर्ण केले. दोन वर्षांनंतर त्यांनी रसायन शास्त्रात मास्टर डिग्री बनारस हिंदू विद्यापिठ मधून पुर्ण केली. त्यांनी 24 व्या वर्षी IIT खरगोपुर मध्ये PhD फक्त 2 वर्ष 9 माहींह्यात पुर्ण केली. त्यांचे पहिले संशोधन पत्र 1954 मध्ये आग्रा युनिवर्सीटी संशोधन जनरल मध्ये छापण्यात आले.

- ते संध्या प्रधानमंत्रीला सल्ला देणारे वैद्यानिक सल्लागार मंडळाचे अध्यक्ष आहेत.
- त्यांनी 1400 पेक्षा जास्त संशोधन पत्र आणि 45 पेक्षा जास्त पुस्तके लिहिली.
- त्यांना इ.स. 2000 मध्ये राँयल सोयायटी ने हेजेस मेडल (Hughes Medal by the Royal Society) नावाचा पुरस्कार दिल्या गेला. India Science Award in 2004 मध्ये पुरस्कार देण्यात आले.
- त्यांना परिवर्तन मुल्द्रव्य आक्साईड पद्धती बद्दल संकरण पदार्थ नानो पदार्थ विषयी, नानो, नलीका, आलेखा बद्दल विस्तृत संशोधन केलेले.
- सध्या रामाराव ग्राफीन नावाच्या अदभूत पदार्थ आणि कृत्रिम प्रकाश संश्लेषण क्रिये बद्दल संशोधन करीत आहेत.
- भारत सरकारने त्यांना 2013 मध्ये भारतीय सर्वोच्च सन्मान 'Bharat Ratna' ला दिले.